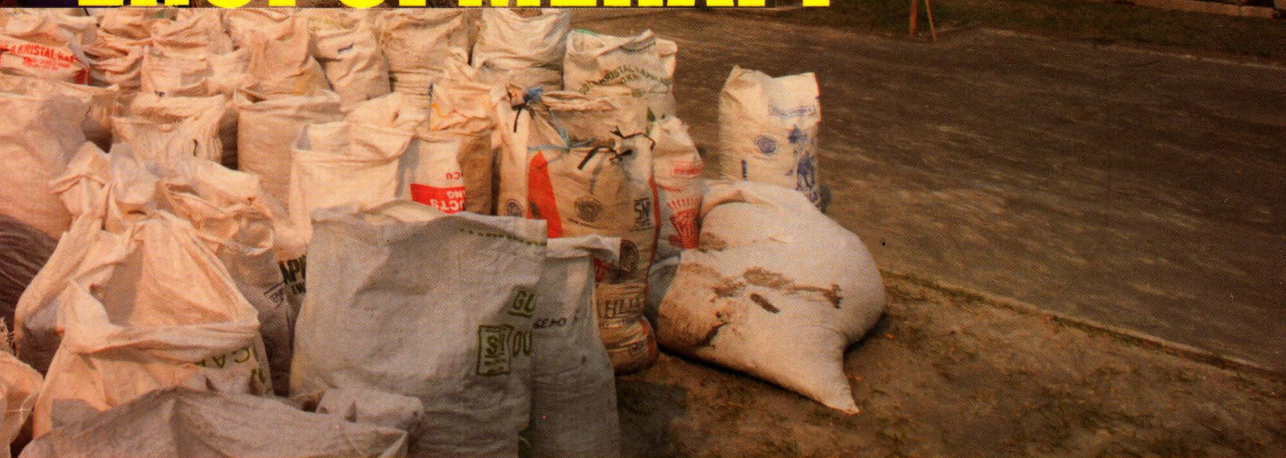




ISBN : 978-602-98592-2-3

MENYELAMATKAN CANDI BOROBUDUR DARI ERUPSI MERAPI



**Balai Konservasi Peninggalan Borobudur
2011**

Menyelamatkan Candi Borobudur dari Erupsi Merapi

MENYELAMATKAN CANDI BOROBUDUR DARI ERUPSI MERAPI

Diterbitkan oleh :

Balai Konservasi Peninggalan Borobudur
Jalan Badrawati Borobudur Magelang 56553

Telp. (0293) 788255, 788175

Fax. (0293) 788367

E-mail : konservasiborobudur@yahoo.com

Website : www.konservasiborobudur.org

TIM PENYUSUN

Pengarah

Dr. Tony Djubiantono
Direktur Tinggalan Purbakala

Penanggung Jawab

Drs. Marsis Sutopo, M.Si
Kepala Balai Konservasi Peninggalan Borobudur

Editor

Drs. Marsis Sutopo, M.Si

Tim Redaksi

Ari Swastikawati, S.Si, M.A
Nahar Cahyandaru, S.Si
Winda Diah Puspita Rini, S.S
Isnri Wahyuningsih, S.S
Hari Setyawan, S.S

Fotografer

Brahmantara, S.T

Desain Grafis

Ihwan Nurais

Penulis

Drs. Marsis Sutopo, M.Si
Prof. Dr. Endang Tri W, M.Si
Dr. Daud Aris Tanudirjo, M.A
Ir. Helmy Murwanto, M.Si
Drs. Subandriyo, M.Si
Arisworo Sutomo
Wito Prasetyo

Pengantar Redaksi

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, akhirnya kami dapat menyelesaikan buku yang berjudul “Menyelamatkan Candi Borobudur Dari Erupsi Merapi”. Buku ini berisi tentang upaya-upaya penanganan Candi Borobudur yang dilakukan oleh Balai Konservasi Peninggalan Borobudur setelah terjadi letusan Gunung Merapi pada bulan Oktober dan November 2010. Namun buku ini tidak hanya menyajikan upaya-upaya penyelamatan saja, tetapi juga masalah-masalah lain yang berkaitan dengan ancaman bencana Gunung Merapi terhadap keberadaan Candi Borobudur dan juga ancaman terhadap kehidupan sosial ekonomi masyarakat sekitar Candi Borobudur.

Untuk itu kami juga mengucapkan terima kasih kepada para penulis dan semua pihak yang sudah membantu terwujudnya penyusunan buku ini. Mudah-mudahan buku ini memberikan tambahan wawasan, khususnya mengenai dampak negatif bencana Gunung Merapi terhadap keberadaan Candi Borobudur dan masyarakat di sekitarnya.

Kami juga menyadari bahwa buku ini masih banyak kekurangan dan ketidaksempurnaan dalam penyusunannya. Oleh karena itu dengan terbuka kami menerima kritik dan saran untuk penyempurnaan lebih lanjut. Akhirnya kami berharap mudah-mudahan buku ini memberikan manfaat untuk pembaca.

Borobudur, Desember 2011

Tim Redaksi

DAFTAR ISI

Pengantar Redaksi	iii
Daftar Isi	iv
Pembersihan Candi Borobudur dari Abu Vulkanik Erupsi Gunung Merapi	1
Drs. Marsis Sutopo, M.Si dan Hari Setyawan, S.S (Balai Konservasi Peninggalan Borobudur)	
Pelapukan Material Batu Candi Karena Dampak Erupsi Merapi	55
Prof. Dr. Endang Tri Wahyuni., M.Si (<i>Dosen Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta</i>)	
Mengenal Dataran Kedu Selatan Berdasarkan Tinjauan Geologi	73
Ir. Helmy Murwanto, M.Si (<i>Dosen Fakultas Teknologi Mineral, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran", Yogyakarta</i>)	
Sejarah Erupsi Gunung Merapi dan Dampaknya Terhadap Kawasan Borobudur	85
Drs. Subandriyo, M.Si (<i>Kepala Balai Penyelidikan dan Pengembangan Teknologi Kegunungapian Yogyakarta</i>)	
Dampak Erupsi Gunung Merapi Terhadap Candi Borobudur	99
Dr. Daud Aris Tanudirdjo, M.A (<i>Dosen Jurusan Arkeologi, Fakultas Ilmu Budaya Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta</i>)	

Dampak Erupsi Merapi 2010 Terhadap Kehidupan Sosial Ekonomi Masyarakat Sekitar Candi Borobudur	117
---	-----

Wito Prasetyo (*Tokoh Masyarakat Borobudur*)

Dampak Erupsi Merapi Terhadap Kehidupan dan Ekonomi Rakyat Sekitar Borobudur	127
---	-----

Ariswara Sutomo (*Tokoh Masyarakat / Pelaku Pariwisata
Borobudur*)

I. Pendahuluan

Candi Borobudur adalah sebuah kuil nenek moyang, sebagaimana disebutkan dalam prasasti *Sri Kahulunan* 842 M yang menyebut Borobudur sebagai "...*Kamulan I bhumi sambhara...*". Kamulan dapat diartikan sebagai kuil atau tempat suci nenek moyang (J. G. de Casparis, 1950). Bernet Kempers (1970:152), dalam salah satu tulisannya mengatakan bahwa "*Borobudur is a complicated building with a very special character of its own. There is no possibility of adopting any of the system known from literature and of using this as a simple blue print for its interpretation. Borobudur's builders impresses with the originality of their ideas which make this great monument as a religious document in its own right*". Dari pernyataan tersebut, Kempers beranggapan bahwa Candi Borobudur lahir dari kreativitas pembuatnya, sebab tidak ada satu monumen pun di dunia yang mempunyai kemiripan dengan candi ini.

Kreativitas dan originalitas pemikiran para ahli arsitektur abad IX – X M tersebut merupakan hasil pemikiran yang berpusat pada pemahaman konsep Buddhis yang diselaraskan dengan budaya asli Indonesia. Konsep agama Buddha Mahayana yang dijadikan sebagai landasan, diterjemahkan dengan mempesona menjadi bangunan berstruktur batu andesit yang dibangun di atas sebuah bukit alam yang dimodifikasi dengan dipangkas pada puncaknya.

Pendapat Kempers di atas juga telah mengingatkan kita bahwa dalam hal persentuhan budaya asli Indonesia dengan budaya luar, khususnya budaya Hindhu Buddha dari India, telah menghasilkan suatu budaya yang baru. Sifat budaya asli Indonesia yang aktif, selektif, dan kreatif telah menghasilkan ciri khas yang tidak dijumpai di negara lain.

Posisi candi dan keadaan lansekap saujana budaya Candi Borobudur yang berada pada dataran yang dikelilingi gugusan pegunungan dan perbukitan disadari merupakan potensi kekayaan ekologi, namun juga potensi bencana yang perlu diwaspadai. Candi Borobudur dalam skala makro berada di tengah-tengah lembah Kedu yang dikelilingi oleh beberapa gunung dan satu perbukitan, yaitu Gunung Merbabu, Gunung Merapi, Gunung Andong, Gunung Tidar, Gunung Telomoyo, Gunung Sindoro, Gunung Sumbing, dan perbukitan Menoreh yang memanjang di sebelah selatan candi.

Gunung Merapi di sebelah timur Candi Borobudur adalah gunung api paling aktif yang berada pada kawasan saujana budaya Candi Borobudur. Gunung Merapi

beserta gunung-gunung yang lain sebenarnya merupakan bagian dari rangkaian gunung-gunung yang berjajar dari pulau Sumatera, Jawa, sampai Bali dan Lombok. Khusus yang berada di Pulau Jawa, lokasi gunung-gunung ini berada di tengah pulau yang berjajar dari barat ke timur.

Gunung Merapi sendiri merupakan salah satu gunung paling aktif di antara jajaran gunung di pulau Jawa. Gunung Merapi terletak di tengah pulau, sebagian berada dalam wilayah administratif Provinsi DI Yogyakarta dan sebagian lagi masuk wilayah Provinsi Jawa Tengah. Secara fisik Gunung Merapi mempunyai batas-batas alam. Bagian utara dilingkupi oleh pegunungan yang merupakan pertemuan antara Gunung Merbabu dan Gunung Merapi. Batas alam ini dibentuk dari hulu Sungai Pepe di wilayah timur dan hulu Sungai Pabelan di wilayah barat.

Kaki gunung bagian timur dan selatan merupakan wilayah yang datar dan merupakan persawahan dengan kesuburan tanah yang tinggi. Bagian timur ini membentang sampai bertemu dengan Sungai Bengawan Solo dan bagian Selatan bertemu dengan hulu Sungai Dengkeng. Sedangkan hulu Sungai Progo menjadikan batas alam gunung di bagian barat.

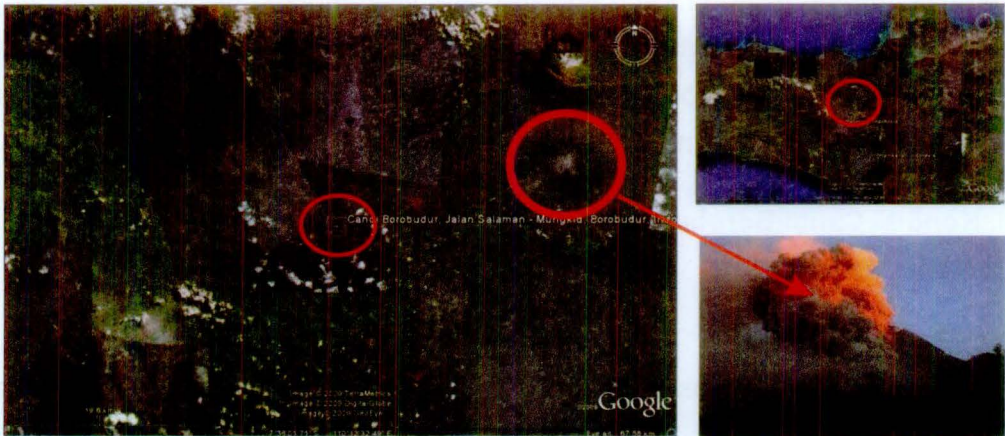
Berdasarkan peta geologi yang dikeluarkan oleh Direktorat Geologi Tata Lingkungan diperoleh informasi bahwa batuan utama penyusun Gunungapi Merapi terdiri dari dua macam yaitu endapan vulkanik Gunungapi Merapi Muda dan Endapan vulkanik Gunungapi Merapi purba (kwarter tua). Endapan vulkanik Gunungapi Merapi Muda terdiri dari tufa, lahar, breksi, dan lava andesitis hingga basaltis. Endapan ini hampir tersebar merata di seluruh kawasan Gunungapi Merapi. Sedangkan endapan vulkanik kwarter tua, keberadaannya secara setempat-setempat, khususnya di perbukitan. Endapan ini ditemui di bukit Turgo, Gono, Plawangan, dan Maron.

Aktivitas vulkanis gunung tersebut hingga kini masih dapat disaksikan. Material vulkanik Gunungapi Merapi seperti halnya dua sisi yang saling bertolak belakang, yaitu menguntungkan dan merugikan. Ribuan hingga jutaan meter kubik pasir, abu, dan batuan yang dikeluarkan Gunung Merapi banyak memberikan keuntungan pada warga sekitarnya.

Namun proses pengeluaran material vulkanik tersebut dapat menjadi potensi bencana yang kadang sering tidak disadari dan diabaikan. Termasuk potensi bencana yang sewaktu-waktu dapat menimpa Candi Borobudur. Memang masih sulit untuk memastikan potensi bencana yang akan menimpa Candi

Borobudur karena aktivitas vulkanik Gunung Merapi.

Bukti arkeologis sebenarnya sudah memberikan peringatan pada kita mengenai bahaya Gunung Merapi melalui beberapa kompleks percandian yang tertutup endapan vulkanik Merapi, di antaranya pada Candi Sambisari, Candi Kedulan, Candi Kimpulan, Candi Losari, dan lain-lain. Aktivitas gunung inilah yang diindikasikan sebagai penyebab perpindahan pusat kerajaan Mataram Kuna periode Jawa Tengah pada abad X M ke Jawa bagian Timur.



Keletakan Candi Borobudur dan Gunung Merapi

Gunung Merapi yang merupakan gunung paling aktif di Indonesia telah meletus kembali secara aliran (*elusif*) dan bukan ledakan (*eksplosif*) pada Selasa 26 Oktober 2010 pukul 17.02 WIB. Erupsi inilah yang kemudian membuat Candi Borobudur tertutup abu vulkanik dengan ketebalan kurang lebih 3 mm. Erupsi Gunung Merapi sebagaimana dilaporkan Balai Penyelidikan dan Pengembangan Teknologi Kegunungapian (BPPTK) menyebutkan bahwa pada pukul 17.00-17.30 WIB terjadi lonjakan aktivitas vulkanik yang sangat tajam. Lonjakan aktivitas vulkanik terjadi mulai pukul 17.02 WIB, yang ternyata merupakan luncuran awan panas. Empat seismograf yang di pasang di pos pengamatan semuanya mencatat amplitudo getaran yang sangat besar, bahkan jarumnya pun terlepas berulang kali. Petugas monitoring juga tidak bisa memperkirakan hal yang akan terjadi, dikarenakan kabut tebal yang menyelimuti gunung.

Erupsi Gunung Merapi yang pertama pada tanggal 26 Oktober 2010 mengakibatkan daerah di sekitar Magelang, terutama Muntilan diterpa hujan abu dan kerikil. Material inilah yang kemudian menerpa dan membuat Candi Borobudur

harus ditangani secara serius. Abu vulkanik dan pasir yang menyelimuti candi ternyata mengandung senyawa belerang dengan tingkat keasaman yang dapat membahayakan batu andesit penyusun struktur candi. Oleh karena itu segera dilakukan upaya pembersihan terhadap Candi Borobudur dari tutupan abu vulkanis Gunung Merapi.

Erupsi Gunung Merapi yang kedua terjadi tanggal 4 – 5 November 2010 dengan intensitas yang lebih tinggi. Candi Borobudur yang telah tuntas dibersihkan kembali tertutup pasir dan abu vulkanik. Hal ini kemudian ditindaklanjuti dengan prosedur teknis pembersihan yang berbeda dengan penanganan pada saat erupsi sebelumnya, karena kondisi ketebalan tutupan abu pada bagian permukaan candi, khususnya bagian lantai, mencapai 2-3 cm.

II. Kondisi Candi Borobudur Setelah Erupsi Pertama dan Upaya Pembersihannya

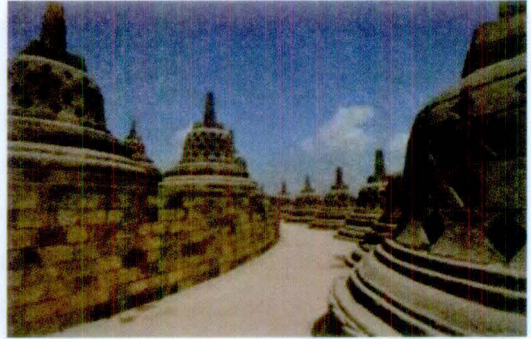
2.1. Erupsi Pertama

Pada saat erupsi pertama tanggal 26 Oktober 2010, abu vulkanik menyelimuti Candi Borobudur. Abu vulkanik tersebut banyak dijumpai pada bidang candi yang menghadap langsung ke langit atau sisi horizontal. Sedangkan bidang vertikal candi relatif kecil yang diselimuti abu vulkanik. Ketebalan rata-rata abu vulkanik yang menutup permukaan candi adalah 3 mm dengan volume total abu vulkanik sekitar 5 m³ pada permukaan candi. Laboratorium kimia Balai Konservasi Peninggalan Borobudur kemudian melakukan pengukuran keasaman abu vulkanik candi pada tanggal 27 Oktober 2010 dan mendapatkan hal yang mengkhawatirkan, bahwa pH (keasaman) abu vulkanik yang menyelimuti candi mencapai pH 4 – 5. Hal ini dikarenakan keasaman abu dapat mempercepat kerapuhan batu penyusun struktur candi.

Sisi Timur Candi Borobudur adalah bagian yang paling tebal diselimuti abu vulkanik dan pasir dari Gunung Merapi, hal ini dikarenakan posisi Merapi yang berada di sisi Timur candi. Ketebalan abu vulkanik yang dijumpai dengan intensitas yang lebih besar adalah pada stupa teras, stupa induk, lantai stupa teras, pagar langkan, lantai lorong, selasar, dan undak. Sedangkan debu yang menempel pada relief dinding maupun pagar langkan relatif sedikit.

Hal yang dikhawatirkan adalah jika abu masuk ke dalam pori-pori batu, hal ini karena batu andesit adalah batu yang bersifat porous. Sehingga diperlukan

pembersihan yang tuntas terhadap batu candi dari abu vulkanik yang bersifat asam.



Kondisi Candi Borobudur pada tanggal 27 Oktober 2010, sebelum abu vulkanik dibersihkan.
Terlihat abu tipis menutupi bagian lantai dan permukaan stupa.

2.2. Upaya Pembersihan

Dengan mempertimbangkan kondisi pH yang cukup tinggi dan dapat mengancam kelestarian batu candi, maka segera dilakukan upaya pembersihan dari abu vulkanis Merapi. Meskipun belum ada Standard Operasional Prosedur (SOP) pembersihan candi dari abu vulkanis, namun upaya pembersihan yang dilakukan dengan tetap mempertimbangkan aspek keselamatan dan kelestarian bangunan candi. Untuk itu maka upaya penanganan pembersihan disiapkan dan dilakukan secara prosedural dengan prinsip penuh kehati-hatian dan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah.

a. Identifikasi

Identifikasi adalah tahap pertama pada prosedur penanganan pembersihan Candi Borobudur dari abu vulkanis. Tahap ini untuk menentukan bagaimana langkah dan tindakan yang diambil untuk pembersihan abu vulkanik. Dalam tahap indentifikasi, pengamatan dilakukan secara seksama pada setiap bagian candi. Hal

ini penting untuk memetakan seberapa luas bagian yang akan dibersihkan dan seberapa banyak volume abu vulkanik yang menyelimuti candi. Selain itu juga untuk menentukan strategi penanganan, kebutuhan alat yang diperlukan, dan jumlah tenaga yang dibutuhkan.

Pada saat yang bersamaan, juga dilakukan uji laboratorium menyangkut material yang akan ditangani. Abu vulkanik yang menyelimuti candi harus diuji di laboratorium untuk mengetahui sifat dan kandungan unsurnya.

Berdasarkan hasil analisis dari Laboratorium Kimia Balai Konservasi Peninggalan Borobudur, diperoleh gambaran mengenai sifat fisik dan kimia abu vulkanik yang menyelimuti Candi Borobudur. Agar diperoleh gambaran yang lengkap maka sampel abu vulkanik diambil pada waktu yang berbeda, yaitu abu vulkanik yang diambil 27 Oktober 2010 yang belum terkena hujan dan abu yang diambil pada 29 Oktober 2010 yang telah terkena hujan ringan. Hasil analisis tersebut disajikan pada Tabel di bawah ini.

Tabel Hasil Analisis Kimia Sampel Abu Vulkanik

Berdasarkan analisis fisik abu vulkanik Gunung Merapi diperoleh data sebagai berikut :

NO	PARAMETER	JENIS SAMPEL		SATUAN
		ABU VULKANIK 27-10-2010	ABU VULKANIK 29-10-2010	
1	Ca	1.9238	2.004	%
2	Mg	0	0	%
3	Fe	3.351	2.7925	%
4	Al	10.3603	9.1732	%
5	SO ₄	1.7291	2.4015	%
6	CO ₃	8.3455	6.7227	%
7	SiO ₂	41.19	67.7	%
8	pH	5	6.75	
9	mv	34.6	-13.1	mv
10	Ion	0	0.006	ppm
11	Conductivity	453.6	116.8	μs
12	TDS	3.39	887.6	ppm
13	NaCl	410.9	112.7	ppm
14	Resistensivity	146.7	558.3	Ω
15	Turbidity	47.09	524	FTU

Grai Size abu vulkanik :

- *Very Coarse sand* – kasar > 1 mm = 10%
- *Medium sand* – sedang 0,25 – 1 mm = 10 %
- *Fine sand* – halus 0,125 – 0,25 = 29,1 %
- *Very tine sand* – sangat halus < 0,125 = 50,9 %

b. Prosedur Teknis Pembersihan

Setelah semua aspek-aspek dan lingkup pekerjaan diamati dan dipetakan, maka langkah berikutnya adalah langkah teknis penanganan. Prosedur teknis pembersihan juga harus mempertimbangkan sifat material abu vulkanik berdasarkan hasil uji di laboratorium.

Dengan mempertimbangkan hal-hal tersebut maka pembersihan yang dilakukan melalui dua tahap, yaitu pembersihan kering dan kemudian lanjutkan dengan pembersihan basah menggunakan air.

Pembersihan kering dilaksanakan untuk menghilangkan abu vulkanik dari permukaan batu pada struktur candi. Alat yang digunakan berupa sikat ijuk, sapu plastik, sapu lidi, pengki, dan penyedot debu (*vacum cleaner*). Secara teknis, pembersihan menggunakan alat-alat tersebut dilakukan dengan menyikat atau menyapu batu candi yang ditutupi abu vulkanik. Jika memungkinkan, abu vulkanis juga disedot alat penyedot debu. Namun penggunaan *vacum cleaner* ternyata tidak efektif, karena umumnya abu vulkanis sudah lekat menempel pada permukaan batu akibat sudah terkena hujan. Selain itu juga dihindari penggunaan alat logam yang dapat melukai permukaan batu candi. Abu vulkanik hasil pembersihan kemudian dikumpulkan di tempat penampungan.

Pembersihan basah dilakukan setelah pembersihan kering, yaitu membersihkan permukaan batu candi dengan menggunakan air. Hal ini dimaksudkan agar abu yang menempel pada permukaan batu dapat tuntas dihilangkan. Pembersihan basah juga dilakukan dengan menyikat permukaan batu candi menggunakan sikat ijuk atau sikat plastik. Penyikatan ini dimaksudkan untuk menghilangkan noda-noda yang muncul pada batu karena abu vulkanik yang menempel pada batu. Pada pembersihan basah, air yang digunakan adalah air sumur, bukan air hujan atau air sungai.

Secara teknis pembersihan basah dimulai dengan membasahi permukaan batu yang akan dibersihkan. Langkah selanjutnya adalah penyikatan yang

dilakukan bersamaan dengan penyemprotan air pada batu candi yang telah disikat. Penyikatan diusahakan tidak terlalu keras. Pada saat batu selesai disikat, penyemprotan air dilakukan sesegera mungkin. Hal ini dikarenakan noda bekas penyikatan akan segera mengering apabila penyemprotan tidak dilakukan secara langsung.

Pada permukaan batu yang tidak memiliki bidang relief seperti pada stupa induk, stupa teras, lantai, dan selasar, dapat digunakan alat penyemprot berupa *water pressure*. Tetapi pada batu yang memiliki bidang relief seperti halnya pada dinding candi, dinding pagar langkan, maupun *lis* berrelief untaian mutiara pada pagar langkan, hendaknya dihindari untuk menggunakan *water pressure* karena akan mempercepat keausan pada relief.

c. Evaluasi

Evaluasi yang dimaksud adalah mengamati dampak dari prosedur teknis pembersihan yang telah dilakukan. Pada tahap ini dievaluasi hasil dari kegiatan pembersihan abu vulkanik pada Candi Borobudur. Pengamatan yang dilakukan adalah melihat seluruh bagian candi yang telah dibersihkan. Hal ini bertujuan untuk mengetahui apakah ada dampak negatif dari pembersihan yang telah dilakukan.

Selain itu juga harus dipikirkan mengenai sistem drainase dan pembuangan air yang membawa endapan abu vulkanik. Abu vulkanik yang tidak terambil pada saat pembersihan kering dapat larut bersama dengan air dan masuk ke dalam *nat-nat* batu. Hal ini dikhawatirkan akan menimbulkan masalah di kemudian hari. Selain itu, abu vulkanik yang masih menempel pada permukaan batu karena kurang sempurna pada saat pembersihan basah, harus diulang sesuai prosedur yang telah ditetapkan pada saat pembersihan.

d. Kronologis Pembersihan

Kronologis pembersihan merupakan gambaran proses pelaksanaan pembersihan terhadap Candi Borobudur yang dibersihkan dari abu vulkanik Gunung Merapi. Pelaksanaan pembersihan ini adalah selama 1 (satu) minggu yaitu dari tanggal 27 Oktober - 3 November 2010.

Selasa, 26 Oktober 2010

Gunungapi Merapi yang merupakan gunung paling aktif di Indonesia telah

meletus kembali secara aliran (*efusif*) dan bukan ledakan (*eksplosif*) pada Selasa 26 Oktober 2010 pukul 17.02 WIB. Erupsi inilah yang kemudian membuat Candi Borobudur tertutup abu vulkanik dengan ketebalan lebih kurang 3 mm. Erupsi Gunung Merapi sebagaimana dilaporkan BPPTK (Balai Penyelidikan dan Pengembangan Teknologi Kegunungapian), menyebutkan bahwa pada pukul 17.00 - 17.30 WIB terjadi lonjakan aktivitas vulkanik yang sangat tajam. Lonjakan aktivitas vulkanik terjadi mulai pukul 17.02 WIB, yang ternyata adalah berupa luncuran awan panas. Empat seismograf yang dipasang di pos pengamatan semuanya mencatat amplitudo getaran yang sangat besar, bahkan jarumnya pun terlepas berulang kali. Petugas monitoring juga tidak bisa memperkirakan hal yang akan terjadi, dikarenakan kabut tebal yang menyelimuti gunung.

Luncuran awan panas dan material vulkanik yang dikeluarkan Gunung Merapi pada tanggal 26 Oktober 2010 ternyata menyebabkan daerah di sekitar Magelang, terutama Muntilan terjadi hujan abu dan pasir. Material inilah yang kemudian menerpa dan membuat Candi Borobudur harus ditangani secara serius. Abu vulkanik yang menyelimuti candi setelah erupsi ternyata memiliki senyawa belerang dan tingkat keasaman yang dikhawatirkan membahayakan batu andesit penyusun struktur candi.

Rabu, 27 Oktober 2010

- Candi Borobudur terkena material debu vulkanik dari erupsi Gunung Merapi, tanggal 26 Oktober 2010. Beberapa bagian candi khususnya yang menghadap langsung ke langit tertutup abu vulkanik dengan ketebalan kurang lebih 3 mm. Beberapa bagian candi seperti stupa induk, stupa teras, lantai stupa teras, lantai lorong, pagar langkan, selasar, dan undak adalah bagian yang paling banyak tertutup abu vulkanik karena posisinya yang langsung menghadap ke langit. Sisi Timur candi adalah bagian yang langsung berhadapan dengan Gunung Merapi, merupakan bagian yang paling tebal tertutup abu vulkanik.



Kondisi Candi Borobudur pada pagi hari tanggal 27 Oktober 2010, sebelum abu vulkanik dibersihkan.

- Kondisi candi yang tertutup abu vulkanik, tidak memungkinkan bagi pengunjung untuk naik ke candi. Hal ini karena dikhawatirkan aktivitas pengunjung akan memperparah kondisi batu candi yang sudah tertutup oleh abu vulkanik. Di sisi lain abu vulkanis juga membahayakan kesehatan pengunjung. Dengan kondisi demikian maka Kepala Balai Konservasi Peninggalan Borobudur membuat keputusan untuk menutup segala aktivitas dan kunjungan wisatawan yang naik ke candi. Wisatawan yang berkunjung ke candi hanya diperbolehkan untuk naik sampai halaman hingga lorong I saja.
- Prosedur teknis pembersihan candi mulai diterapkan. Staf laboratorium Balai Konservasi Peninggalan Borobudur mulai melakukan penanganan teknis dengan mengambil sampel abu vulkanik dan pasir hasil erupsi Gunung Merapi. Pada saat bersamaan juga diukur keasaman abu dan keasaman air hujan yang membasahi candi. Derajat keasaman (pH) abu vulkanik dan air yang telah diukur adalah 4 – 5, yang berarti bahwa kondisi ini dapat berbahaya bagi keutuhan batu andesit yang merupakan struktur utama penyusun Candi Borobudur.

- Staf pemeliharaan dan laboratorium Balai Konservasi Peninggalan Borobudur mempersiapkan penelitian dampak abu vulkanik, yaitu membuat percobaan dengan menyisakan permukaan batu tertutup abu pada bagian atas pagar langkan Lorong I di sisi Barat. Percobaan ini dilakukan dengan menutup pagar langkan yang terkena abu vulkanik menggunakan plastik.



Seorang staf pemeliharaan Balai Konservasi Peninggalan Borobudur melakukan penutupan terhadap pagar langkan lorong I di sisi Barat guna melakukan penelitian dampak abu vulkanik terhadap candi.

- Pembersihan kering mulai diberlakukan terhadap stupa induk dan stupa teras. Abu vulkanik dari hasil pembersihan kering kemudian dikumpulkan untuk dihitung volumenya. Berdasarkan hasil penghitungan sebelum terjadi hujan, yaitu pada hari Rabu dan Kamis 27, 28 Oktober 2010, abu yang berhasil dikumpulkan adalah sekitar 56 ember atau setara dengan 560 liter abu vulkanik yang menyelimuti stupa induk dan stupa teras.



Pembersihan kering menggunakan sikat ijuk pada stupa induk dan stupa teras.



Abu vulkanik yang berhasil dikumpulkan, ditampung sementara menggunakan ember plastik untuk kemudian di bawa ke tempat penampungan sementara.

Tenaga yang bertugas pada hari Rabu, 27 Oktober 2010 adalah sebanyak 72 orang yang merupakan gabungan dari pegawai Balai Konservasi Peninggalan Borobudur dan Taman Wisata Candi Borobudur.

Kamis, 28 Oktober 2010

- Hujan di sore hari pada tanggal 27 Oktober 2010 tidak terlalu deras, sehingga tidak membuat abu vulkanik hilang dari permukaan batu candi. Sebaliknya, hujan yang terjadi akan dapat membahayakan kondisi batu candi. Hal ini karena abu vulkanik tersebut dapat masuk ke pori-pori batu andesit karena pembersihan pada hari pertama belum tuntas. Abu vulkanik yang terkena air hujan dikhawatirkan masuk ke dalam pori-pori batu dan dapat menyebabkan kerapuhan batu candi.
- Setelah stupa induk dan stupa teras dibersihkan dengan pembersihan kering menggunakan alat-alat seperti sikat ijuk atau sikat plastik, sapu lidi atau sapu plastik, pengki, cetok, dan lain-lain, maka langkah selanjutnya adalah melakukan pembersihan basah dengan menggunakan *water pressure*. Pembersihan dengan *water pressure* khususnya dilakukan pada stupa teras dan stupa induk dimaksudkan untuk membersihkan abu yang masuk pada *nat-nat* batu



Alat-alat yang digunakan dalam pembersihan abu vulkanik



Pembersihan menggunakan *water pressure* dilakukan setelah pembersihan kering menggunakan sikat diselesaikan

- Pembersihan kering dan basah pada stupa induk dan stupa teras dapat diselesaikan. Namun demikian abu vulkanik pada lantai 7, 8, dan 9 belum dibersihkan. Tenaga yang bertugas pada hari Kamis, 28 Oktober 2010 adalah sebanyak 82 orang yang merupakan gabungan dari pegawai Balai Konservasi Peninggalan Borobudur dan Taman Wisata Candi Borobudur.

Jum'at - Rabu, 29 Oktober - 3 November 2010

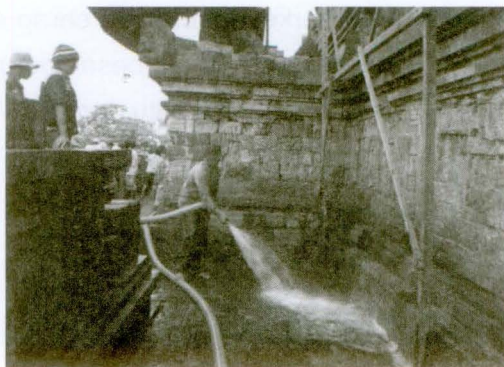
- Pembersihan basah menggunakan dua buah pompa bermesin. Pembersihan dilakukan mulai lantai 6, 7, 8, dan 9 yang kemudian diteruskan ke lantai di bawahnya.
- Pompa bermesin yang digunakan adalah pompa dengan bahan bakar bensin dan berkekuatan daya serap air 1100 liter per menit. Selang yang digunakan adalah selang air besar berukuran 80 mm. Penempatan kedua pompa air tersebut adalah satu pompa di dekat penampungan air dan satu pompa lainnya



Bak penampungan sementara pada plateau Candi Borobudur, untuk menampung air yang akan diteruskan dengan ember ke tempat yang dituju.



Pompa bermesin dan tempat transit penampung air yang akan memompa air ke atas candi.



Jalur selang air besar dan pembersihan basah yang langsung menggunakan selang besar.





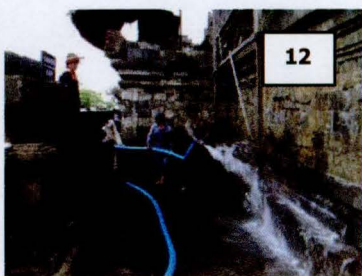
26-10-2010. Gunung Merapi meletus dan mengeluarkan abu vulkanik



27-10-2010. Abu vulkanik menyelimuti Candi Borobudur. Kondisi timbunan abu pada stupa teras.



27-10-2010. Percobaan pengaru abu vulkanik pada batu candi di pagar langkan lorong I, sisi Bara



31-10-2010, Pembersihan basah menggunakan sikat dan air dari selang pada lorong II



31-10-2010, pukul 11.00 WIB. Plateau, stupa teras, dan stupa induk dapat di buka untuk umum.



31-10-2010. Pembersihan basa menggunakan sikat dan air dari se pada tangga Utara.



1-11-2010, Pembersihan basah menggunakan sikat dan air dari selang pada lorong I.



2,3-11-2010, Pembersihan basah menggunakan sikat dan air dari selang pada selasar dan undak.

Evaluasi

Pembersihan abu vulkanik pada Candi Borobudur menggunakan prosedur teknis pembersihan kering dan pembersihan basah



27-10-2010. Pembersihan kering pada stupa teras.



27,28-10-2010. Abu vulkanik yang dikumpulkan dalam ember untuk diketahui volumenya.



27,28-10-2010. Pembersihan basah stupa teras menggunakan *water pressure*.



30-10-2010. Pembersihan basah menggunakan sikat dan air dari ember, pada lantai stupa teras dan plateau.



29,30-10-2010. Pembersihan basah menggunakan sikat dan air dari ember, pada lorong 3.



28,29-10-2010. Pembersihan basah menggunakan sikat dan air dari ember, pada lorong IV.

Rangkaian foto yang disampaikan di atas adalah ringkasan prosedur teknis pembersihan Candi Borobudur dari abu vulkanik. Tahap yang pertama (nomor 1 - 2) adalah tahap identifikasi. Tahap selanjutnya (nomor 3 - 14) adalah prosedur teknis pembersihan. Sedangkan tahap terakhir adalah evaluasi pelaksanaan untuk melihat dampak dari pembersihan abu dengan pembersihan kering maupun basah.

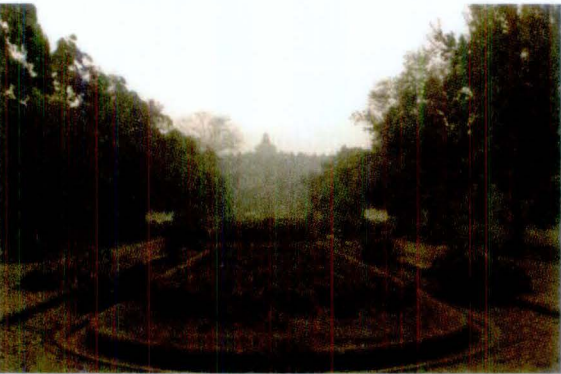
III. Kondisi Candi Borobudur Setelah Erupsi Kedua

3.1. Kondisi Lingkungan

Erupsi Gunung Merapi yang kedua terjadi pada dini hari tanggal 5 November 2010. Erupsi ini lebih besar bila dibandingkan dengan erupsi yang pertama dan mengakibatkan daerah sekitar Gunung Merapi tertutup oleh material pasir dan abu vulkanik. Secara umum kondisi lingkungan di Kabupaten Magelang relatif sama yaitu abu menyelimuti seluruh daerah ini. Kondisi yang paling parah terjadi di sekitar lereng Gunung Merapi yang berada pada radius 15 km dari puncak gunung.

Di Kecamatan Borobudur setelah erupsi tanggal 5 November secara umum dapat digambarkan sebagai berikut:

- Hujan pasir dan abu vulkanik merata di semua daerah dengan ketebalan timbunan abu vulkanik mencapai 1 - 3 cm.
- Langit gelap, hal ini disebabkan oleh awan mendung yang tertutup dengan akumulasi debu vulkanik di udara yang membuat kondisi lingkungan menjadi berkabut.
- Jarak pandang pada pagi hari kurang lebih 50 m dan 300 m di siang hari.
- Hujan air terjadi namun tidak lebat dan hanya terjadi kurang dari 5 jam.
- Hujan gerimis yang terjadi bersamaan dengan hujan abu vulkanik memperparah keadaan, karena air hujan yang bercampur dengan abu menjadi semacam hujan lumpur.
- Vegetasi berupa tumbuhan tingkat tinggi seperti bambu, kelapa, mangga, jambu, kebon, ketapang, jati dan lain-lain banyak yang patah dahannya dan tidak sedikit yang tumbang sehingga menutup akses jalan, bahkan ada juga yang menimpa rumah. Pohon yang dahannya patah atau tumbang disebabkan karena daun dan batangnya tertutup abu, sehingga batang atau daun dari pohon tersebut menjadi berat dan selanjutnya patah dan tumbang.
- Kondisi sosial ekonomi penduduk tidak normal, banyak toko dan warung yang tutup. Aktivitas pasar hanya sekitar 50 % di Pasar Borobudur.
- Kondisi listrik padam selama kurang lebih satu minggu setelah erupsi di Kecamatan Borobudur dan sekitarnya.



Kondisi sarana dan prasarana Taman Wisata Candi Borobudur (TWCB) pada tanggal 5 November 2010, sebelum abu vulkanik Gunung Merapi dibersihkan.



Kondisi sarana dan prasarana di Balai Konservasi Peninggalan Borobudur (BKPB) setelah erupsi Gunung Merapi tanggal 5 November 2010.



Kondisi sarana dan prasarana di Kec. Borobudur setelah erupsi Gunung Merapi pada tanggal 5 November 2010.

Kondisi lingkungan di Zona II Candi Borobudur sama dengan kondisi lingkungan di Kecamatan Borobudur. Tidak ada aktivitas wisatawan pada Jum'at tanggal 5 November 2010. Taman Wisata Candi Borobudur ditutup untuk umum. Hal ini dikarenakan kondisi taman wisata dan candi yang tidak memungkinkan bagi para wisatawan untuk berkunjung. Ketebalan abu mencapai lebih 2,5 cm pada jaringan jalan dan infrastruktur pendukung.

Berdasarkan pengukuran di Candi Borobudur, kondisi keasaman abu vulkanik pada tanggal 5-11-2010 adalah $\text{pH} = 4,52 - 4,78$ pada titik sampling selasar Barat dan Timur. Beberapa kantong sampel abu dan pasir yang menempel pada candi juga telah dikumpulkan untuk diteliti lebih lanjut. Hal ini untuk menentukan langkah dan kebijakan yang akan diambil untuk penanganan dan pembersihan candi dari pasir dan abu vulkanik Gunung Merapi.

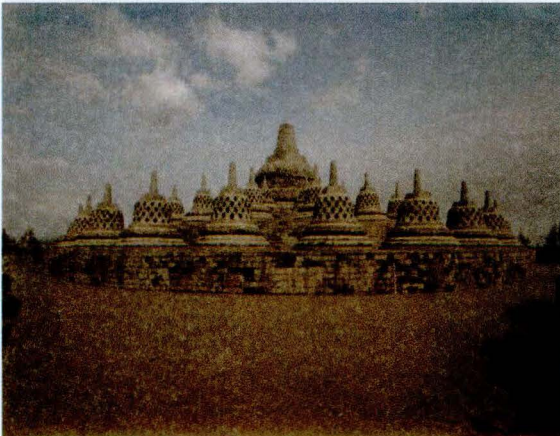
3.2. Kondisi Candi Borobudur

a. Kondisi Umum

Kondisi Candi Borobudur secara umum setelah erupsi tanggal 5 November 2010 adalah tertutup total oleh pasir dan abu vulkanik dengan ketebalan mencapai 2,5 cm. Timbunan pasir dan abu vulkanik yang paling tebal dijumpai pada struktur batu candi yang berhadapan langsung dengan langit khususnya pada bidang horizontal candi. Sedangkan pada dinding-dinding candi atau bidang vertikal candi relatif aman dan hanya tertutup abu vulkanik tipis. Hal ini dikarenakan abu vulkanik yang berterbangan tertiuap angin.

b. Kondisi Stupa Induk, Stupa Teras, Lantai Stupa Teras dan Lantai Plateau

Kondisi stupa induk, stupa teras, dan lantai plateau secara umum tertutup total oleh pasir dan abu vulkanik. Stupa induk dan stupa teras tertutup pasir dan abu vulkanik khususnya pada bagian *harmika*, *anda (ghanta)*, *padma*, dan pelipit stupa. Ketebalan abu dan pasir relatif antara 0,3 – 2,5 cm. Lantai stupa teras dan lantai plateau pada bagian *arupadhatu* Candi Borobudur juga tertutup pasir dan abu vulkanik dengan ketebalan 0,5 – 2,5 cm sehingga semua *nat-nat* batu pada lantai tertutup.



Kondisi stupa induk, stupa teras, lantai stupa teras, dan plateau pada tanggal 5 November 2010, sebelum abu vulkanik Gunung Merapi dibersihkan.



Kondisi lantai plateau dengan nat-nat batu yang tertutup abu dan pasir setelah erupsi Gunung Merapi tanggal 5 November 2010.



Kondisi dinding lantai stupa teras yang juga tertutup pasir dan abu vulkanik walaupun tidak setebal lantai stupa teras setelah erupsi Gunung Merapi tanggal 5 November 2010.



Kondisi lapik stupa induk yang tertutup abu vulkanik setelah erupsi Gunung Merapi tanggal 5 November 2010.



Kondisi lapik stupa induk yang tertutup abu vulkanik dengan ketebalan mencapai 2,5 cm setelah erupsi Gunung Merapi tanggal 5 November 2010.



Kondisi bagian *padma* dan *ojief* stupa induk yang tertutup abu vulkanik dengan ketebalan mencapai 2,5 cm setelah erupsi Gunung Merapi tanggal 5 November 2010.



Kondisi arca singa pada plateau yang tertutup abu vulkanik dengan ketebalan mencapai 0,5 cm setelah erupsi Gunung Merapi tanggal 5 November 2010.



Kondisi stupa teras yang tertutup abu vulkanik setelah erupsi Gunung Merapi tanggal 5 November 2010.



Kondisi stupa teras yang tertutup abu vulkanik dengan ketebalan mencapai 2 cm setelah erupsi Gunung Merapi tanggal 5 November 2010.



Kondisi plateau (lantai ke-7) yang tertutup abu vulkanik dengan ketebalan mencapai 1 cm setelah erupsi Gunung Merapi tanggal 5 November 2010.



Kondisi lantai stupa teras yang tertutup abu vulkanik dengan ketebalan mencapai 2 cm setelah erupsi Gunung Merapi tanggal 5 November 2010.

Kondisi arca Buddha pada stupa teras, khususnya pada arca di dalam stupa tidak tertutup oleh pasir dan abu vulkanik. Sedangkan dua arca stupa teras terbuka, kondisinya, tertutup pasir dan abu dengan ketebalan 0,2 – 1 cm.



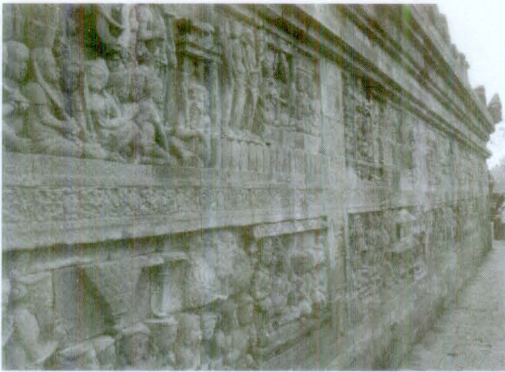
Kondisi arca Budha pada stupa yang terbuka, tertutup abu vulkanik merata di semua bagian setelah erupsi Gunung Merapi tanggal 5 November 2010.



Kondisi arca Budha pada stupa terbuka, pada bagian lengan tertutup abu vulkanik dengan ketebalan mencapai 1 cm setelah erupsi Gunung Merapi tanggal 5 November 2010.

c. Kondisi Relief Cerita, Lorong, Lantai Lorong, dan Pagar Langkan

Dinding relief yang berupa relief cerita maupun relief *simbolis-dekoratif* candi yang berada pada dinding dan pagar langkan relatif tidak tertutup pasir dan abu. Panil relief yang sedikit tertutup pasir dan abu vulkanik adalah relief yang dipahatkan pada bagian dalam pagar langkan, dekat dengan lantai lorong. Selain itu kondisi yang sama juga dijumpai pada relief pagar langkan yang tidak ternaungi pelipit pagar langkan. Sedangkan panil relief yang dipahatkan pada dinding dalam keadaan yang aman dan tidak tertutup pasir dan abu vulkanik.



Kondisi relief cerita *Lalitavistara* pada dinding lorong I tidak tertutup abu vulkanik setelah erupsi Gunung Merapi tanggal 5 November 2010.



Kondisi relief cerita *Jataka/avadana* pada pagar langkan lorong I pada baris atas tidak tertutup abu vulkanik setelah erupsi Gunung Merapi tanggal 5 November 2010.



Kondisi relief cerita *Jataka/avadana* pada pagar langkan lorong I, pada relief yang tidak ternaungi pagar langkan tertutup abu vulkanik setelah erupsi Gunung Merapi tanggal 5 November 2010.



Kondisi relief cerita *Jataka/avadana* pada pagar langkan lorong I baris bawah dan dekat dengan lantai tertutup abu vulkanik setelah erupsi Gunung Merapi tanggal 5 November 2010.

Pada lantai lorong I – IV (lantai ke 3 – 6) kondisinya juga tertutup pasir dan abu vulkanik dengan ketebalan 0,5 – 2,5 cm. Namun demikian tidak semua nat-nat batunya tertutup, dikarenakan lebar nat batu pada lantai lorong lebih besar



Kondisi lantai lorong II yang tertutup abu vulkanik dengan nat-nat batu yang masih terlihat setelah erupsi Gunung Merapi tanggal 5 November 2010.



Kondisi lantai lorong II dengan lantai dan nat-nat batu tertutup abu vulkanik setelah erupsi Gunung Merapi tanggal 5 November 2010. Titik-titik putih adalah abu vulkanik yang turun karena erupsi.

Pada bagian atas pagar langkan khususnya pada bagian relung arca dan kemuncak pagar langkan juga tertutup pasir dan abu vulkanik dengan ketebalan 0,2 – 1 cm. Bagian yang tertutup adalah bagian atas relung arca dan pada kemuncak stupa kecil (pagar langkan II – IV) serta *keben* (pagar langkan I). Sedangkan pada ornamen hias candi berupa *antefik* dan *jaladwara* juga tertutup abu vulkanik meskipun tidak begitu tebal sebab motif pahatan pada *antefik* dan *jaladwara* masih



Kondisi pagar langkan lorong I sisi dalam yang tertutup abu vulkanik setelah erupsi Gunung Merapi tanggal 5 November 2010.



Kondisi pagar langkan lorong II sisi luar pada relung arca *antefik*, dan *jaladwara* yang tertutup abu vulkanik setelah erupsi Gunung Merapi tanggal 5 November 2010.

Arca Buddha yang berada dalam relung di atas pagar langkan relatif aman dan tidak tertutup pasir dan abu vulkanik. Namun demikian beberapa arca dalam relung juga terkena abu vulkanik dengan intensitas yang sedikit. Hal ini dikarenakan rembesan air dari bagian atas relung yang membawa endapan abu vulkanik. Sedangkan pada arca Buddha yang tidak mempunyai relung, tertutup pasir dan abu



Kondisi arca Budha di dalam relung pada bagian atas pagar langkan lorong II sisi luar setelah erupsi Gunung Merapi tanggal 5 November 2010.



Kondisi arca Budha di dalam relung pada bagian atas pagar langkan lorong II sisi luar. Bagian kepala dan pundak arca terkena abu vulkanik karena rembesan air dari atas relung setelah erupsi Gunung Merapi tanggal 5 November 2010.



Kondisi arca Budha yang tidak ternaungi relung pada bagian atas pagar langkan lorong II sisi luar. Seluruh bagian arca tertutup abu vulkanik setelah erupsi Gunung Merapi tanggal 5 November 2010.

d. Kondisi Undag dan Selasar

Kondisi selasar dan undag Candi Borobudur juga sama dengan bagian candi lain yang berupa bidang horizontal. Selasar dan undak candi tertutup pasir dan abu vulkanik dengan ketebalan 0,5 – 2,5 cm. Pada selasar, tidak semua nat batu tertutup oleh pasir dan abu karena nat batu pada selasar lebih lebar daripada nat batu pada lantai stupa teras. Sedangkan pada bagian undak, hampir semua nat-nat

batunya tertutup pasir dan abu vulkanik.

Pada bagian kaki candi yang dibuka yaitu di sisi Tenggara (relief Karmawibhangga) tidak tertutup pasir dan abu vulkanik, hanya dijumpai lapisan tipis dan debu yang menempel pada relief karena kondisi batu yang basah sehingga debu yang berterbangan kemudian menempel pada relief. Profil kaki candi, khususnya pada bagian sisi genta (*ojief*) juga tertutup pasir dan abu vulkanik dengan ketebalan yang relatif sama dengan bagian yang lain.



Kondisi undag candi tertutup abu vulkanik setelah erupsi Gunung Merapi tanggal 5 November 2010. Sebagian besar nat-nat batu tidak tertutup abu vulkanik dikarenakan nat batu yang berukuran lebar.



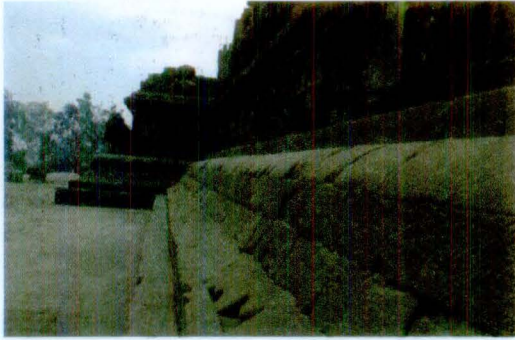
Kondisi selasar candi tertutup abu vulkanik setelah erupsi Gunung Merapi tanggal 5 November 2010. Sebagian besar nat-nat batu tertutup abu vulkanik dikarenakan nat batu yang berukuran lebih rapat dibandingkan pada undag candi.



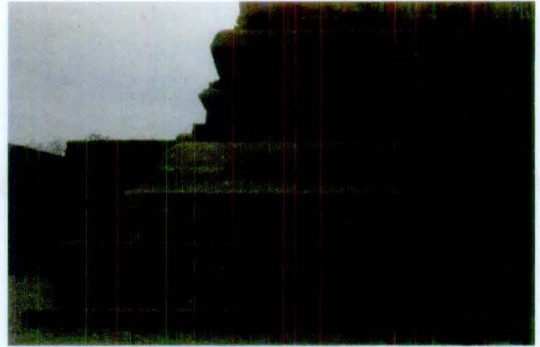
Kondisi selasar candi tertutup abu vulkanik dengan ketebalan mencapai 1 cm setelah erupsi Gunung Merapi tanggal 5 November 2010.



Kondisi makara pada pipi tangga menuju undag candi tertutup abu vulkanik setelah erupsi Gunung Merapi tanggal 5 November 2010.



Kondisi *ojief* pada dasar pagar langkan I sisi luar tertutup abu vulkanik setelah erupsi Gunung Merapi tanggal 5 November 2010.



Kondisi *ojief* pada kaki candi tertutup abu vulkanik setelah erupsi Gunung Merapi tanggal 5 November 2010.

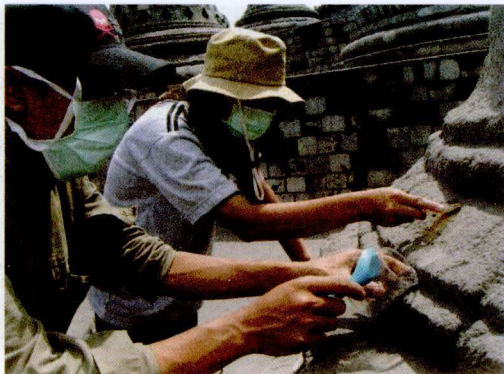
IV. Pembersihan Candi Borobudur Setelah Erupsi Kedua

Permasalahan yang dihadapi setelah erupsi kedua tanggal 5 November 2010 di Candi Borobudur adalah :

- Jumlah pasir dan abu vulkanik yang sangat tebal menutupi permukaan Candi Borobudur.
- Abu bercampur dengan pasir sehingga mengeras saat terkena air hujan.
- Curah hujan yang rendah sehingga justru menyebabkan abu menjadi lembab dan lengket.
- Hujan pasir dan abu vulkanik masih terus berlangsung dan tidak bisa diprediksi sampai kapan berhenti.

4. 1. Analisis Kimia dan Fisika Abu Vulkanik

Setelah dilakukan uji laboratorium, abu vulkanik yang menyelimuti Candi Borobudur ternyata bersifat asam dengan tingkat keasaman (pH) 4 – 5. Tingkat keasaman seperti ini tentu dapat memicu berbagai macam masalah bagi Candi Borobudur jika abu vulkanik tersebut dibiarkan terlalu lama kontak langsung dengan batu. Secara fisik abu vulkanik tersebut berukuran sangat halus dan bercampur sedikit pasir berukuran lebih kasar.



Pengambilan sampel abu vulkanik pada stupa teras untuk analisis laboratorium setelah erupsi Gunung Merapi tanggal 5 November 2010.



Analisis laboratorium untuk menentukan langkah penanganan abu vulkanik setelah erupsi Gunung Merapi tanggal 5 November 2010.

Berikut ini hasil analisis laboratorium Balai Konservasi Peninggalan Borobudur terhadap sampel abu vulkanik hasil erupsi tanggal 5 November 2010:

Tabel Hasil Analisis Kimia Sampel Abu Vulkanik

NO	PARAMETER	ABU VULKANIK 5-11-2010	SATUAN
1	Ca	3,2732	%
2	Mg	4,824	%
3	Fe	7,42805	%
4	Al	12,8425	%
5	SO ₄	5.309	%
6	CO ₃	4,7742	%
7	SiO ₂	56,55	%
8	Cl	0,175	%
9	pH	5	-
10	Ion	0,22	ppm
11	Conductivity	424,4	μs
12	TDS	3,138	ppm
13	NaCl	379	ppm
14	Resistensivity	159,1	Ω
15	Turbidity	644	FTU

Keterangan : Sampel abu vulkanik diambil tanggal 5 November 2010 pada stupa induk

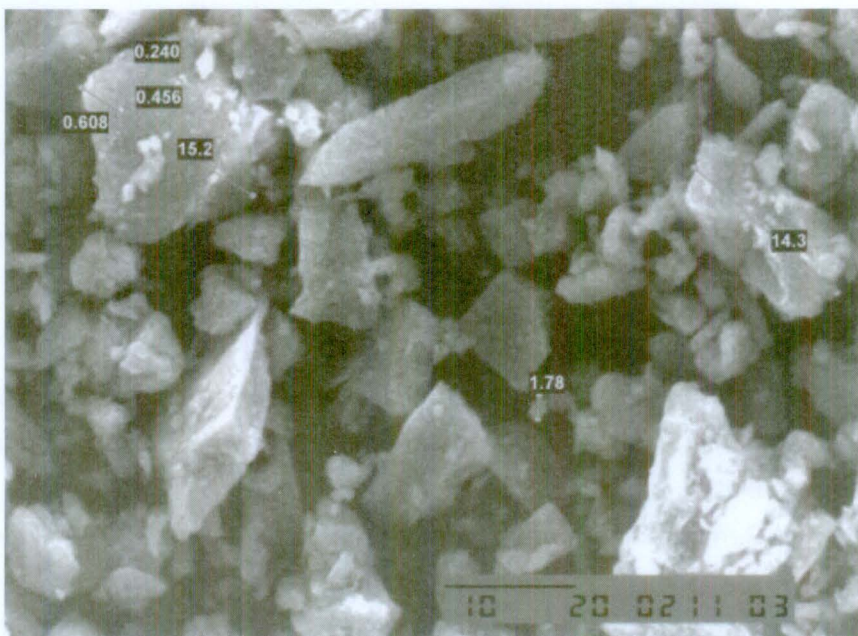
Berdasarkan analisis fisik abu vulkanik Gunung Merapi diperoleh data sebagai berikut.

Grain size abu vulkanik :

- *Very coarse sand* – kasar > 1 mm = 5 %
- *Medium sand* – sedang 0,25 – 1 mm = 10 %
- *Fine sand* – halus 0,125 – 0,25 = 20 %

Material vulkanik dari Gunung Merapi yang menutup permukaan Candi Borobudur ternyata memiliki ukuran butir dan bentuk yang tidak beraturan. Material tersebut secara garis besar dapat dibagi menjadi dua macam, yaitu debu dan pasir. Hal ini dapat dibuktikan melalui analisis *Scanning Electron Microscope* (SEM) berikut ini:

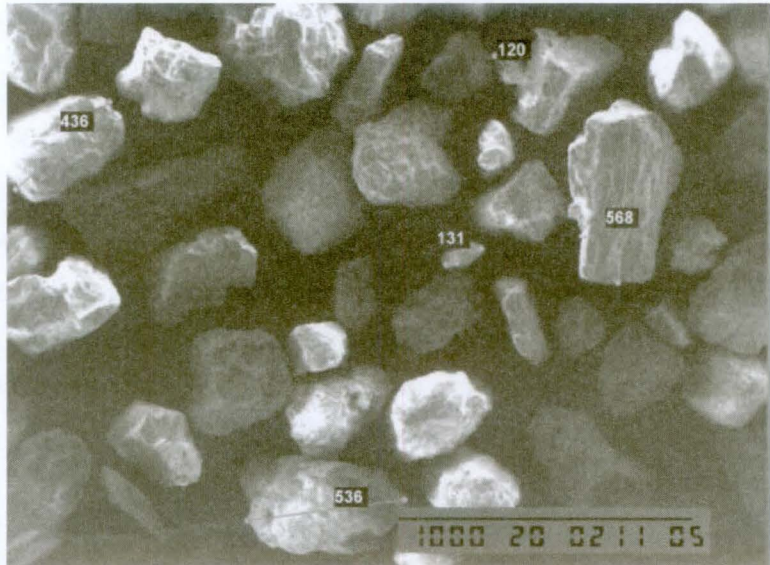
1. Debu dari abu vulkanik



Perbesaran Debu vulkanik 2000x

- Ukuran butiran $\pm 0,240 - 15,2$ micrometer
- Bentuk butiran tak beraturan
- Keseragaman butiran tidak sempurna
- Persebaran butiran tidak merata analisis

2. Pasir dari abu vulkanik



Perbesaran Pasir vulkanik 50x

- Ukuran butiran $\pm 120 - 568$ micrometer
- Bentuk butiran bulat tak beraturan
- Keseragaman butiran tidak sempurna
- Persebaran butiran tidak merata

4.2. Prosedur Teknis Pembersihan

Berdasarkan evaluasi dari kondisi eksisting lapangan dan diskusi teknis untuk langkah-langkah upaya pembersihan maka diputuskan langkah-langkah sebagai berikut :

- Pembersihan manual dengan alat kerok dan serok yang lunak, bukan alat logam yang dapat merusak permukaan batu.
- Pembersihan dilanjutkan dengan sikat ijuk atau sapu agar abu semakin tipis.
- Penyemprotan permukaan batu dengan larutan natrium bikarbonat (NaHCO_3) 1%, untuk menetralkan permukaan batu yang asam, termasuk asam yang telah meresap.
- Penutupan dengan plastik untuk menghindari terkena abu kembali karena hujan abu masih turun.
- Prioritas penanganan berurutan, mulai dari stupa (72 buah), stupa

pusat, arca-arca yang tidak terlindung relung (arca Buddha dan singa), relief, pagar langkan, lantai, kemudian selasar-undag.

- Apabila hujan abu sudah berhenti dan prosedur penanganan (*treatment*) di atas sudah selesai maka dilanjutkan dengan pembersihan total menggunakan semprotan air sampai benar-benar bersih.
- Pekerjaan lanjutan yang harus dilakukan adalah pembersihan kotoran bawah lantai, pembersihan saluran drainase, pembersihan bak kontrol, dan pembenahan sumur resapan.

Selanjutnya untuk membersihkan abu vulkanik tersebut Balai Konservasi Peninggalan Borobudur menyusun rencana, mulai dengan membentuk tim tanggap darurat serta menentukan teknik dan strategi penanganan. Tim ini bekerja untuk membersihkan dan mengeliminir dampak negatif abu vulkanik terhadap kelestarian Candi Borobudur. Candi Borobudur harus segera dibersihkan dari abu vulkanik akan tetapi dengan cara-cara yang tetap menjamin kelestarian Candi Borobudur. Langkah perlu dilakukan karena keberadaan Candi Borobudur sebagai warisan dunia yang harus dilestarikan dengan metode dan teknik yang tepat.

Langkah-langkah penanganan abu vulkanik tersebut secara garis besar adalah *cleaning*, *removing*, *dumping*, dan *refunction*. Hal ini dimaksudkan untuk mengembalikan Candi Borobudur pada tahap *state of conservation* yang telah dicapai sebelumnya dan juga untuk mengembalikan fungsinya sebagai obyek kunjungan wisatawan. *Cleaning* adalah membersihkan material vulkanik yaitu abu dan pasir yang menutup permukaan Candi Borobudur setelah erupsi Merapi. *Removing* dan *dumping* adalah mengambil material vulkanik dan mengumpulkannya pada suatu tempat yang telah disiapkan. Hal ini dikarenakan material vulkanik tersebut membahayakan batu candi. Pengumpulan abu vulkanik pada tempat tertentu dimaksudkan agar jumlah volume total material vulkanik yang menutup permukaan candi dapat diketahui. Selain itu material abu vulkanik juga dapat dimanfaatkan untuk keberlanjutan penelitian menyangkut pelestarian candi. Pada tahap *refunction* adalah tahap dimana Candi Borobudur setelah dibersihkan dari abu vulkanik fungsi pemanfaatan Candi Borobudur dapat berjalan sebagaimana mestinya.

Dalam melakukan prosedur teknis pembersihan, maka langkah pertama yang harus dilakukan adalah membuat garis larangan yang mengelilingi candi untuk membatasi agar orang-orang yang tidak berkepentingan dapat memasuki area yang

sedang dibersihkan. Hal ini dimaksudkan agar proses pembersihan tidak terganggu. Selain itu jumlah orang yang naik ke candi dapat dimonitor sehingga prosedur dapat berjalan dengan baik. Kondisi candi yang masih tertutup abu vulkanik sangat rentan apabila terjadi kontak yang berlebihan antara batu candi dengan pengunjung. Pengunjung yang bukan relawan pembersihan candi tidak diperkenankan untuk naik ke atas candi. Namun demikian pengunjung yang datang masih diperbolehkan untuk melihat candi tetapi hanya terbatas yaitu dari halaman saja.



Pemasangan garis larangan yang mengelilingi candi setelah erupsi Gunung Merapi tanggal 5 November 2010.



Pemasangan papan informasi larangan di sekitar candi setelah erupsi Gunung Merapi tanggal 5 November 2010.

a. **Alat dan Bahan**

Untuk membantu kelancaran pelaksanaan pembersihan candi dari abu vulkanik maka peralatan yang digunakan adalah sebagai berikut :



Alat / bahan	Fungsi alat
ember plastik, sapu lidi, sapu plastik, pengki besar, pengki kecil, gayung, solet, spatula, sikat ijuk, sikat plastik, serok plastik	Pada saat pembersihan kering digunakan untuk mengambil material abu / pasir vulkanik yang menutupi permukaan batu candi



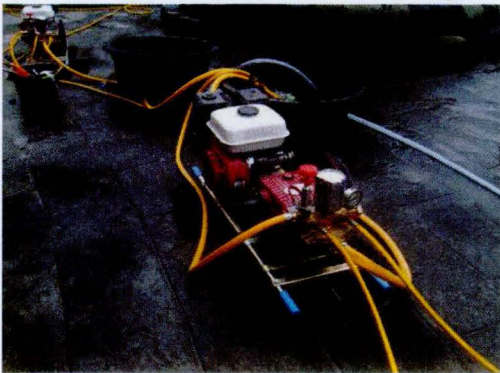
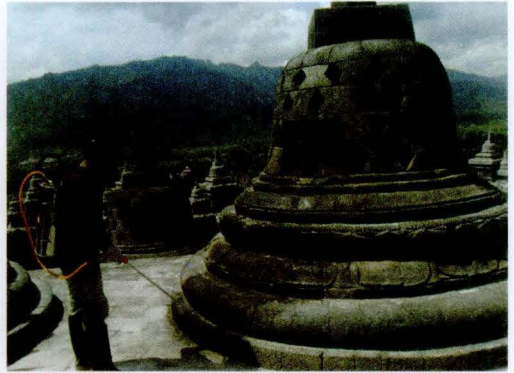
Alat / bahan	Fungsi alat
ember plastik, sapu lidi, sapu plastik, pengki besar, pengki kecil, gayung, solet, spatula, sikat ijuk, sikat plastik, serok plastik	Pada saat pembersihan kering digunakan untuk mengambil material abu / pasir vulkanik yang menutupi permukaan batu candi

**Alat / bahan**

Penyemprot air manual dan tabung (kapasitas tabung 10 liter)

Fungsi alat

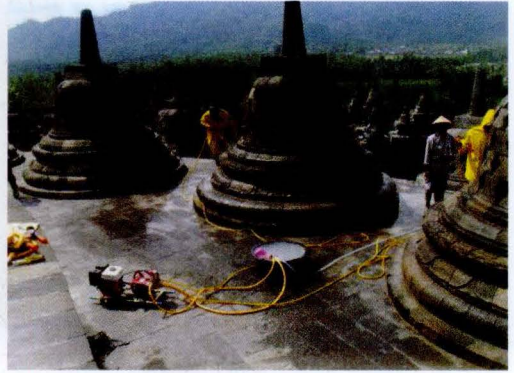
Untuk menyemprotkan bahan kimia soda kue (NaHCO_3) 1% pada permukaan batu yang sudah dilakukan pembersihan kering

**Alat / bahan**

Pompa bermesin (penyemprot air), selang dan, ember besar

Fungsi alat

Untuk pembersihan basah dengan cara menyemprotkan air pada permukaan batu candi yang telah dibersihkan dengan metode pembersihan kering

**Alat / bahan**

Vacuum cleaner

Fungsi alat

Untuk membersihkan abu vulkanik yang berada pada tempat - tempat yang sulit dijangkau. Misalnya pada nat-nat batu dan di dalam stupa teras



Alat / bahan	Fungsi alat
Plastik penutup stupa. Merupakan plastik tebal yang biasa digunakan di bidang bercocok tanam.	Menutup stupa teras setelah dinetralkan keasaman batunya menggunakan soda kue (NaHCO_3) 1%.

Keterangan :

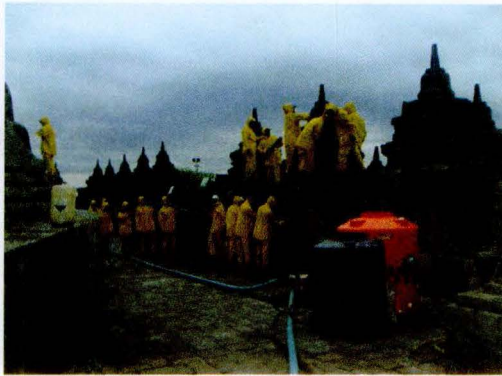
Penutupan dilakukan untuk melindungi stupa selama masih terjadi erupsi Gunung



Alat / bahan	Fungsi alat
<i>water pressure</i>	Pada saat pembersihan basah digunakan untuk menyemprot permukaan batu candi menggunakan air. <i>Water pressure</i> mempunyai daya semprot air yang lebih kuat dibandingkan dengan kompresor

Keterangan :

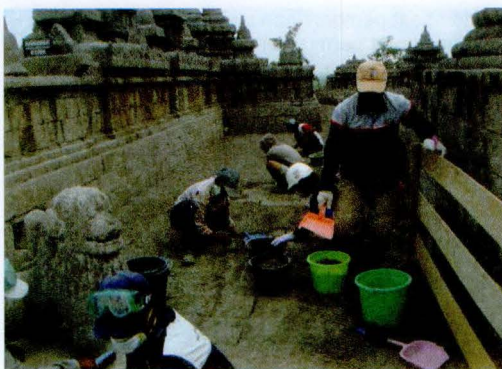
water pressure tidak digunakan pada permukaan batu yang mempunyai relief atau pahatan dekoratif.



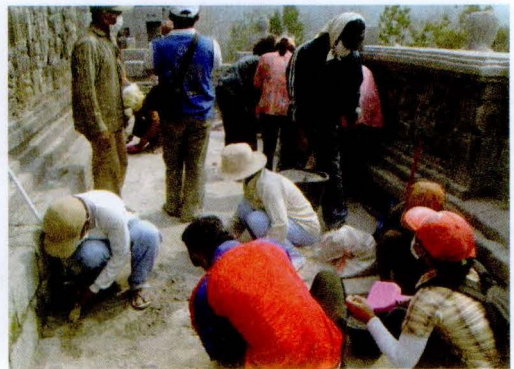
Alat / bahan	Fungsi alat
Mesin pemompa air berkekuatan 2 PK, tandon air besar dari plastik	Memompa air dari sumur atau tandon air di halaman candi untuk dibawa naik ke candi dan digunakan saat pembersihan basah. Tandon air dari plastik berfungsi sebagai tempat penampungan air yang bersifat sementara.

b. Proses Pembersihan Kering

Langkah pertama yang dilakukan setelah alat dan bahan tersedia adalah pembersihan abu vulkanik dari permukaan batu dengan metode kering dengan teknik yang sederhana. Batu dibersihkan secara manual dengan menggunakan sapu, sikat, atau serok plastik dan abu vulkanik dikumpulkan dalam sebuah ember. Kemudian abu vulkanik tersebut dimasukkan dalam karung dan dikumpulkan dalam suatu tempat. Dari setiap stupa teras terkumpul sekitar 10 ember abu vulkanik atau setara dengan 120 liter. Abu vulkanik yang terkumpul dari seluruh permukaan batu Candi Borobudur sampai berakhirnya pekerjaan tanggap darurat akibat letusan Gunung Merapi tersebut adalah $57,8 \text{ m}^3$.



Pembersihan kering pada plateau setelah erupsi Gunung Merapi tanggal 5 November 2010



Pembersihan kering pada lorong II setelah erupsi Gunung Merapi tanggal 5 November 2010



Pembersihan kering pada selasar setelah erupsi Gunung Merapi tanggal 5 November 2010



Pembersihan kering pada undag setelah erupsi Gunung Merapi tanggal 5 November 2010

Selain pada bidang candi yang datar, pembersihan kering juga dilakukan pada pagar langkan dan pada ornamen candi, di antaranya pada pipi tangga, *ojief*, *antefik*, dan *jaladwara*.



Pembersihan kering pada bagian *ogief* setelah erupsi Gunung Merapi tanggal 5 November 2010.



Pembersihan kering pada bagian *jaladwara* setelah erupsi Gunung Merapi tanggal 5 November 2010.

Adapun volume abu yang berhasil dikumpulkan pada saat pembersihan kering adalah sebagai berikut :

Tabel Persentase pembersihan kering dan volume abu vulkanik yang berhasil dibersihkan dari batu candi tanggal 12 – 20 November 2010

NO	AREA	NOVEMBER 2010, TANGGAL									JML
		12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1	STUPA TERAS	20%	50%		69%	90%		100%			
2	LANTAI TERAS I,II,III							30%	60%	80%	
3	LANTAI PLATEAU										
4	PENUTUPAN STUPA	2	2		8	4		1			
5	PENETRAN (STUPA)	8	12			4		6	4	8	
6	LANGKAN LORONG										
7	LANTAI LORONG							Lor I 40%			
8	LANTAI SELASAR							15%	30%	45%	
9	LANTAI UNDAK	25%	50%		80%	100%					
10	PENGUMPULAN ABU (M³)	1,62	1,46		2,5	2,5		4	3	4	19,8 M³

Tabel Persentase pembersihan kering dan volume abu vulkanik yang berhasil dibersihkan dari batu candi tanggal 22 – 30 November 2010

NO	AREA	NOVEMBER 2010, TANGGAL									Jml
		21	22	23	24	25	26	27	29	30	
1	STUPA TERAS										
2	LANTAI TERAS I,II,III		100%								
3	LANTAI PLATEAU		40%	70%	100%						
4	PELEPASAN PLASTIK			1				13			
5	PENETRAN (STUPA)		4	8	9	9					
6	LANGKAN LORONG		5%	10%	15%	20%	40%	70%	85%	100%	
7	LANTAI LORONG		10%	35%	50%	65%	80%	100%			
8	LANTAI SELASAR		60%	80%	100%						
9	LANTAI UNDAK										
10	PENGUMPULAN ABU M³		3	3	5	5	7	8		7	38 M³

Pada saat pembersihan kering juga digunakan penyedot debu (*vacuum cleaner*). Alat ini dinilai efektif karena dapat menyedot abu hingga pada pori-pori batu candi. Selain itu abu yang masuk ke dalam nat-nat batu juga bisa terangkat. Kegunaan lain yang tak kalah pentingnya khususnya pada Candi Borobudur adalah pada pembersihan stupa teras. Untuk membersihkan bagian dalam stupa teras, *vacuum cleaner* dapat dimasukkan melalui lubang stupa teras untuk menyedot abu



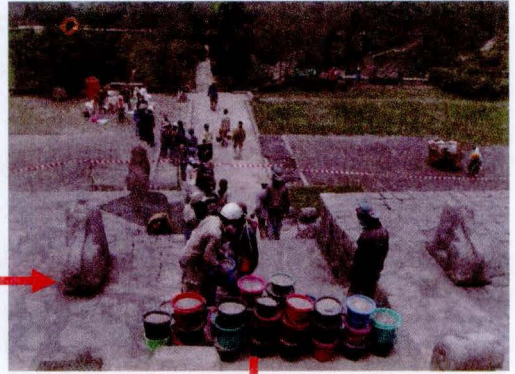
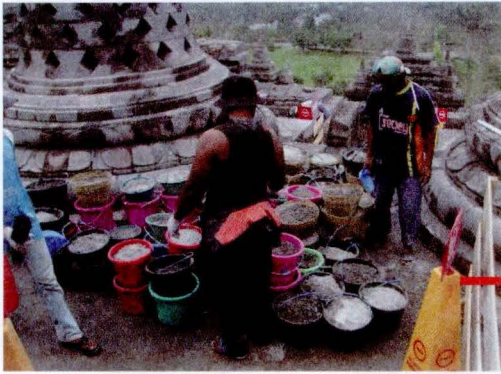
Pembersihan kering menggunakan *vacuum cleaner* pada stupa teras setelah erupsi Gunung Merapi tanggal 5 November 2010.



Pembersihan kering menggunakan *vacuum cleaner* pada stupa teras setelah erupsi Gunung Merapi tanggal 5 November 2010.

Setelah dilakukan proses *removing* abu vulkanik maka tahapan selanjutnya adalah *dumping* atau pembuangan. Pembuangan yang dimaksud adalah mengumpulkan abu vulkanik pada suatu tempat. Dalam hal ini tempat yang dipilih untuk pembuangan sementara adalah di dekat pos pengamanan Satpam yang berada di sebelah barat laut Candi Borobudur.

Secara teknis, abu vulkanik yang telah dibersihkan dari permukaan batu candi kemudian ditampung pada ember plastik. Setelah ember plastik penuh maka langkah selanjutnya adalah menurunkan ember tersebut dari atas candi. Abu vulkanik yang telah diturunkan dari candi kemudian dipindahkan ke dalam karung. Dengan menggunakan gerobak dorong karung berisi abu vulkanik yang masih berada di halaman candi kemudian dipindahkan ke tempat penampungan sementara.



Pembersihan abu vulkanik dengan metode pembersihan kering, selanjutnya abu ditempatkan pada ember dan karung untuk ditampung di tempat yang telah disediakan.

c. Penyemprotan Menggunakan Sodium Bikarbonat (NaHCO_3) 1%

Penyemprotan NaHCO_3 1% pada batu yang telah dibersihkan dengan teknik pembersihan kering dimaksudkan untuk menetralkan keasaman batu. Hal ini dikarenakan abu vulkanik bersifat asam dan dapat mempercepat kerusakan batu candi. Setelah permukaan batu dibersihkan dari abu kemudian disemprot dengan bahan kimia soda kue (sodium bikarbonat) dengan rumus kimia NaHCO_3 kadar 1% untuk menetralkan sifat asam abu vulkanik yang menyelimuti permukaan batu-batu Candi Borobudur. Bahan kimia yang dipakai adalah bahan kimia yang cukup aman bahkan untuk manusia sekalipun. Reaksi kimia yang terjadi dengan penyemprotan tersebut adalah sebagai berikut:



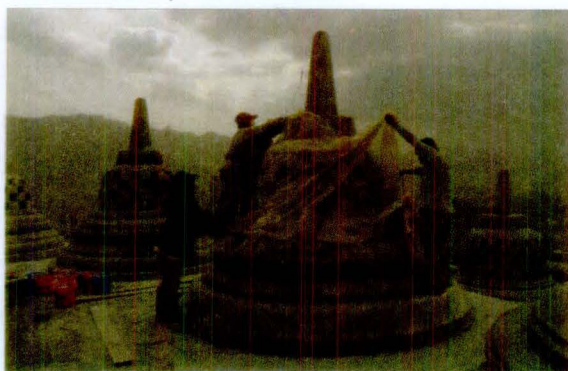
Sulfur merupakan unsur yang membawa sifat asam dari abu vulkanik setelah bercampur dengan air dalam bentuk senyawa H_2SO_4 . Soda kue (NaHCO_3)

akan mengikat sulfat (SO_4) dan membentuk garam Na_2SO_4 , air (H_2O) dan gas karbon dioksida (2CO_2). Garam Na_2SO_4 merupakan garam yang mudah larut dan dibersihkan dari permukaan batu. Dengan demikian tingkat keasaman batu secara teori akan turun, pH naik menuju netral. Berdasarkan hasil observasi di lapangan aplikasi bahan kimia ini dapat menaikkan pH batu dari 4-5 menjadi lebih besar yaitu 6-7, tingkat keasaman yang cukup aman untuk batu. Bagian yang dinetralkan dengan soda kue adalah bagian-bagian yang dianggap penting dan rawan terhadap hujan abu vulkanik susulan sebagai akibat letusan Gunung Merapi yang pada saat itu masih terus terjadi. Bagian itu antara lain adalah semua stupa yang berada di lantai 8, 9, dan lantai 10 Candi Borobudur.

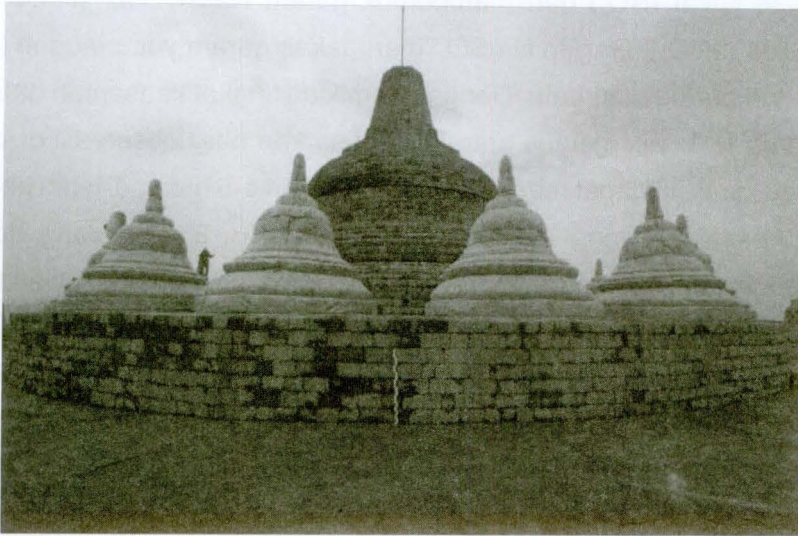
Stupa-stupa yang sudah dinetralkan dengan sodium bikarbonat kemudian ditutup dengan plastik. Tindakan ini dilakukan untuk melindungi stupa dari hujan abu vulkanik yang masih terus terjadi saat itu. Plastik yang dipakai adalah plastik yang umum dipakai dalam dunia pertanian (plastik mulsa). Setiap stupa teras membutuhkan sekitar 17×2 m plastik. Stupa teras yang sempat ditutup ada 17 buah, 16 berada di lantai 10 dan 1 buah berada di lantai 8. Plastik mulai dipasang sejak tanggal 13 November 2010 dan dibuka kembali pada tanggal 23 November 2010. Selama ditutup dengan plastik, stupa teras Candi Borobudur setiap hari selalu diobservasi oleh petugas Balai Konservasi Peninggalan Borobudur untuk mengetahui dampak dari penutupan tersebut terhadap kondisi batu.



Penyemprotan NaHCO_3 1 %,



Penutupan stupa teras setelah penyemprotan



Stupa teras yang telah ditutup dengan plastik tebal.

d. Proses Pembersihan Basah

Langkah terakhir dari proses pembersihan adalah pembersihan dengan teknik basah. Pada pembersihan dengan teknik basah dibutuhkan ketersediaan air yang cukup banyak, karena pada intinya pembersihan teknik adalah pembersihan dengan menggunakan air. Pembersihan cara basah ini dimaksudkan untuk memastikan bahwa batu-batu Candi Borobudur terbebas dari abu vulkanik dan bahan kimia (kue soda) yang sebelumnya dipakai untuk netralisir tingkat keasaman (pH) batu. Proses pembersihan basah dilakukan setelah proses *removing* pada saat pembersihan kering. Batu candi yang sudah dibersihkan dari abu vulkanik kemudian disemprot menggunakan air dan disikat pada bagian permukaannya. Proses penyemprotan pada pembersihan basah dilakukan menggunakan pompa air berupa mesin dan selang air yang berukuran besar. Tata cara penyemprotan dilakukan pertama kali pada bagian atas candi untuk selanjutnya dilakukan pada tingkatan di bawahnya.

Air yang digunakan untuk penyemprotan berasal dari tandon air “Kenari” yang berada di sebelah barat Candi Borobudur. Air dalam tandon tersebut adalah air sumur dari kawasan di sekitar Candi Borobudur.

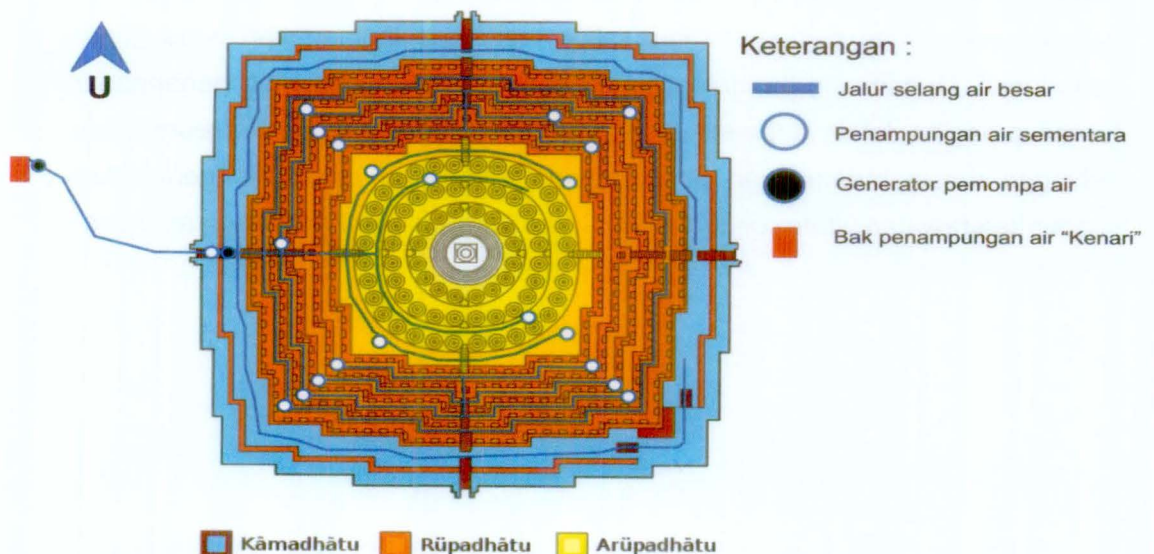


Pembersihan basah menggunakan Pompa air bermesin dan selang berukuran besar pada pagar langkan.

Pada saat pembersihan basah menggunakan pompa dan selang air berukuran besar juga telah dirancang sebuah sistem distribusi air. Sistem ini berfungsi untuk memudahkan para pekerja dan relawan untuk melakukan pembersihan basah. Dalam sistem tersebut juga diatur penempatan mesin pompa air dan tandon plastik pada candi sehingga tidak merusak candi. Selain itu, sistem ini dimaksudkan agar proses pembersihan candi dapat berjalan cepat dan lancar.

Berikut ini adalah gambar sistem distribusi air selama berlangsung pembersihan basah pada Candi Borobudur:

Denah Penempatan Pompa Air dan Selang Air yang Digunakan Untuk Pembersihan Abu Vulkanik Pada Candi Borobudur



e. Kondisi Setelah Pembersihan Basah

Setelah dilaksanakan pembersihan basah dengan menggunakan mesin pemompa air, warna permukaan batu pada Candi Borobudur terlihat normal kembali. Namun demikian pada bagian masih dijumpai sisa endapan dari abu vulkanik yang masuk ke nat-nat batu, khususnya pada bagian dinding. Demikian juga saluran drainase yang berada di bawah susunan batu lantai III – VII masih dijumpai adanya endapan abu vulkanik yang cukup banyak. Kondisi demikian tentunya memerlukan tindakan pembersihan lebih lanjut dengan cara membongkar batu lantai. Demikian juga, pembersihan abu vulkanik yang masih mengendap di dalam nat batu pada pagar langkan masih belum dilakukan karena memerlukan waktu dan perencanaan yang matang.

Pembersihan kering dan pembersihan basah terhadap Candi Borobudur yang sudah dilakukan tersebut di atas merupakan pekerjaan tanggap darurat untuk menyelamatkan Candi Borobudur akibat tutupan abu vulkanis Gunung Merapi, sehingga dapat segera difungsikan kembali (*refunction*) sebagai tempat kunjungan wisata. Pekerjaan tanggap darurat efektif dilaksanakan selama 45 hari kerja, pada bulan November – Desember 2010. Pada tanggal 20 Desember 2010, Candi Borobudur dapat dibuka kembali untuk kunjungan wisata, namun pengunjung hanya diperbolehkan menaiki candi sampai lantai ke-7. Sedangkan lantai 8, 9, dan 10 masih ditutup untuk umum karena masih memerlukan penanganan perbaikan lantai karena mortar pada bagian nat-nat batunya sudah banyak yang mengalami kerusakan dan pengelupasan. Demikian juga nat-nat pada bagian stupa induk juga banyak yang sudah mengalami kerusakan, sehingga memerlukan penanganan lebih lanjut. Di samping itu, selama pelaksanaan tanggap darurat, penanganan terhadap bagian dalam stupa-stupa yang berada di lantai 8,9,dan 10 belum tuntas sehingga masih memerlukan penanganan lebih lanjut untuk mengembalikan kondisi keterawatan (*state conservation*) Candi Borobudur sebagai Warisan Dunia.



Kondisi Candi Borobudur sebelum dan sesudah dibersihkan dari abu vulkanik.

V. Tindak Lanjut Pembersihan dan Penanganan

Setelah pembersihan Candi Borobudur dari abu vulkanik akibat erupsi Gunung Merapi, Balai Konservasi Peninggalan Borobudur masih meneruskan beberapa pekerjaan yang berkenaan dengan abu vulkanik tersebut. Pekerjaan tersebut menjadi pekerjaan prioritas penanganan Candi Borobudur pada tahun anggaran 2011.

5.1. Tindak Lanjut Jangka Pendek

Tindak lanjut jangka pendek penanganan terhadap Candi Borobudur akibat erupsi Gunung Merapi dilakukan selama tahun anggaran 2011. Pekerjaan penanganan tersebut difokuskan untuk melanjutkan pembersihan secara lebih detail dan pemulihan kondisi keterawatan (*state conservation*) Candi Borobudur sebagai Warisan Dunia. Beberapa pekerjaan tersebut antara lain sebagai berikut:

a. Perbaikan lantai 8-9-10 dan Stupa Induk

Lantai 8-9-10, 72 buah stupa, dan Stupa Induk adalah hasil pemugaran Th.

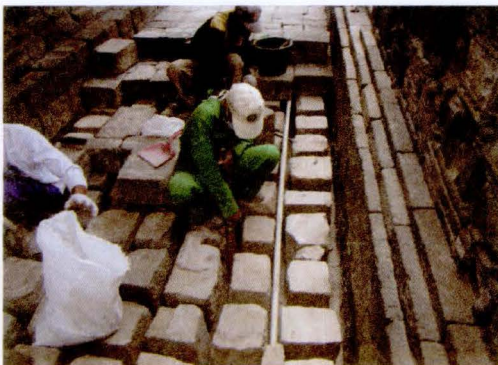
van Erp pada tahun 1907-1911. Kondisi mortar penutup nat lantai dan Stupa Induk sudah banyak yang mengalami pengelupasan, sehingga dikhawatirkan akan mengakibatkan terlalu banyak air yang masuk ke dalam tubuh candi. Oleh karena itu maka perbaikan mortar penutup nat lantai dan Stupa Induk dilakukan untuk mendukung pemulihan kondisi keterawatan Candi Borobudur.



Proses perbaikan mortar penutup nat lantai

b. Pembersihan abu di bawah lantai 3-4-5-6-7

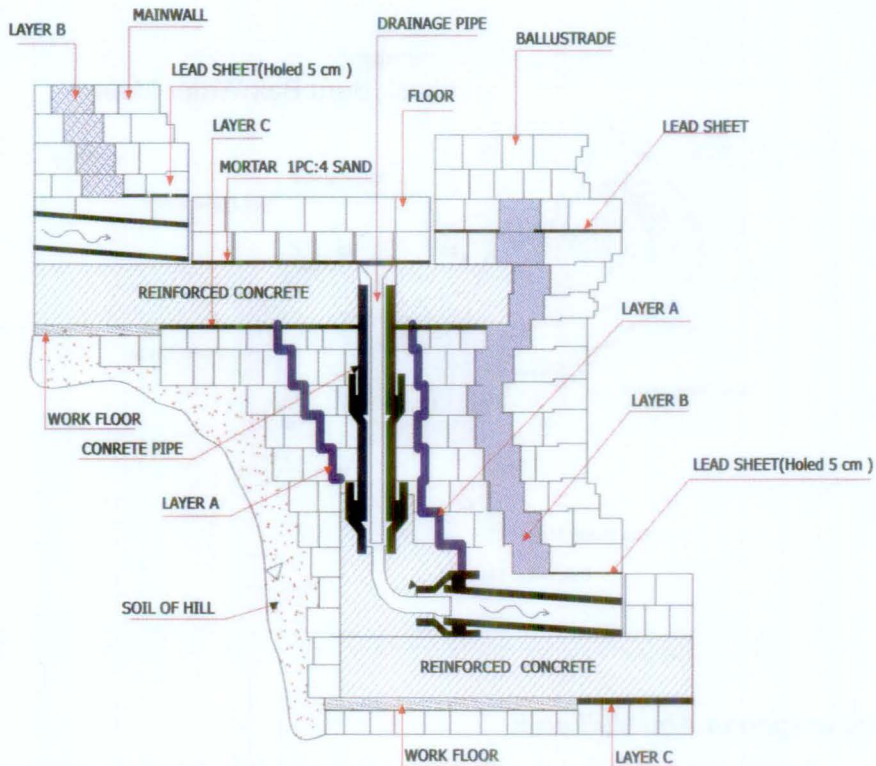
Pasca erupsi Gunung Merapi, sebagian abu vulkanik melalui sela-sela batu lantai masuk ke saluran air di bawah lantai Candi Borobudur. Saluran air di bawah lantai ini adalah sistem drainase Candi Borobudur berada di bawah yang dibuat pada saat pemugaran Candi Borobudur tahun 1973-1983. Agar tidak terjadi endapan abu dan pasir erupsi di saluran air bawah lantai, maka dilakukan pembersihan saluran air di bawah lantai 3-4-5-6-7. Pembersihan tersebut dilakukan dengan pembongkaran lantai, pengambilan abu dan pasir di saluran air bawah lantai, dan pemasangan kembali batu lantai.



Pembersihan saluran air bawah lantai dari abu dan pasir vulkanik



Saluran air dibawah lantai



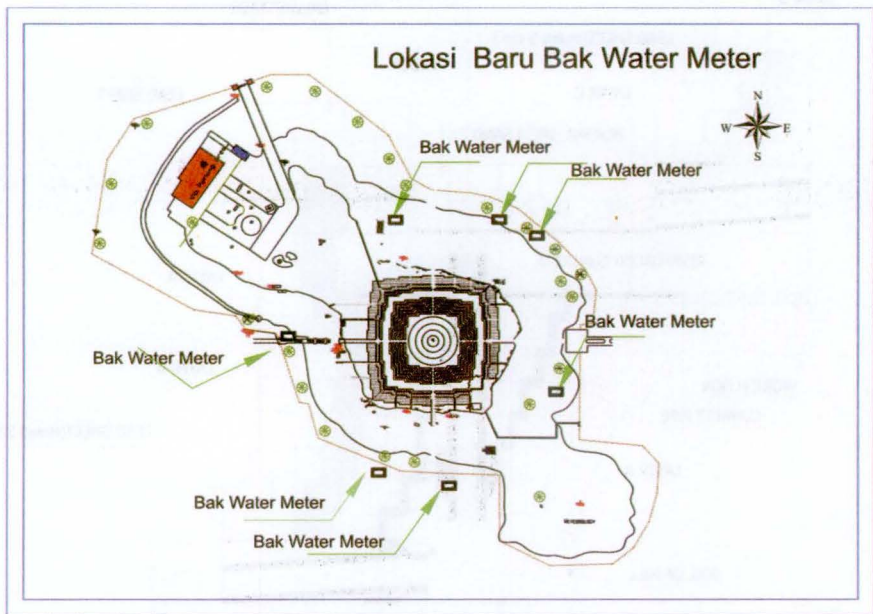
Konstruksi lantai dan sistem drainase air yang dibuat pada saat restorasi tahun 1973 - 1983

c. Perbaikan Sumur Peresapan Drainase (bak kontrol)

Sumur peresapan drainase sebagai tujuan akhir dari air yang berasal dari Candi Borobudur juga mengalami gangguan akibat terjadinya letusan Gunung Merapi. Berdasarkan hasil observasi terjadi pendangkalan pada beberapa sumur resapan. Oleh karena itu harus dilakukan pemeliharaan dan perbaikan sehingga sumur peresapan (bak kontrol) dapat menampung air buangan dari Candi Borobudur secara maksimal.



Sumur peresapan drainase (bak kontrol)



d. Penanganan Abu Vulkanik

Pembersihan abu vulkanik yang menutupi Candi Borobudur menghasilkan lebih kurang $57,8 \text{ m}^3$. Untuk sementara waktu abu vulkanik tersebut dimasukkan dalam wadah kantung plastik dan ditimbun sementara di depan Pos Satpam sebelah barat Candi Borobudur. Penanganan terhadap abu vulkanik ini adalah dengan dibuatkan bak penampungan berukuran panjang 6 m, lebar 5 m, dan tinggi 60 cm sehingga dapat untuk menampung lebih kurang 15 m^3 . Penyimpanan sebagian abu vulkanik ini dimaksudkan untuk cadangan bahan jika suatu saat abu vulkanik tersebut dimanfaatkan untuk kepentingan penelitian atau kepentingan lainnya dalam rangka pemeliharaan Candi Borobudur. Sementara sebagian yang lain disebar di sekitar Zona 1 sekaligus dapat berfungsi sebagai pupuk penyubur tanaman.

Selain pembuatan bak penampungan abu vulkanis, juga dibuat monumen abu vulkanis sebagai peringatan bahwa pada Candi Borobudur pernah ditutup oleh abu vulkanis Gunung Merapi. Monumen ini dibuat dari abu vulkanis yang dipadatkan dan dicetak dalam bentuk balok-balok batu. Monumen tersebut berbentuk piramid, lebar dasar 1,5 m dan tinggi 1,95 m sebagai lambang Gunung Merapi. Di dalam monumen tersebut terdapat stupa sebagai lambang Candi Borobudur. Di bawah stupa terdapat bak penampungan abu vulkanis. Selanjutnya

para pengunjung yang berminat dapat mengambil dan membawa pulang vulkanis tersebut untuk kenang-kenangan.



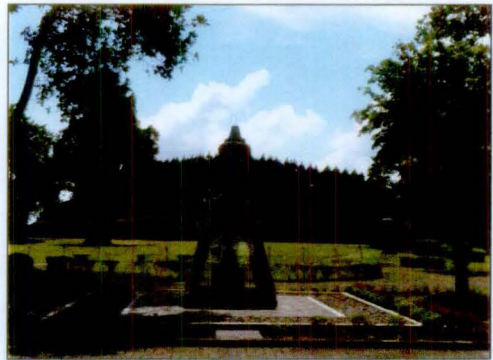
Abu abu di tempat penampungan sementara di sisi barat laut Candi Borobudur



Isi bak penampungan abu



Bak penampungan abu



Monumen abu vulkanik yang terbuat dari abu erupsi Merapi 2010

e. Pembersihan gebalan rumput

Gebalan rumput hijau di halaman Candi Borobudur banyak yang mengalami kerusakan akibat tertimbun oleh abu erupsi Gunung Merapi. Selain itu juga ada sebagian yang mengalami kerusakan karena diinjak-injak pengunjung. Untuk memulihkan kondisi halaman rumput hijau maka dilakukan penggantian gebalan rumput yang mengelilingi kaki candi dan gebalan rumput halaman candi.



Kegiatan pembersihan gebalan rumput

f. Perbaikan lapisan pudel halaman candi

Lapisan pudel di halaman Candi Borobudur sudah banyak yang mengalami erosi dan pengelupasan. Kondisi demikian mengakibatkan sebagian besar halaman candi tempat sudah tidak memiliki lapisan pudel. Agar tidak terjadi erosi halaman candi lebih lanjut dan juga untuk memberikan kenyamanan kepada pengunjung maka dilakukan perbaikan kembali lapisan pudel di halaman Candi Borobudur.



Proses perbaikan lapisan pudel



Halaman Candi Borobudur setelah pudelisasi

g. Kajian pengaruh abu terhadap kelestarian batu candi

Sesuai dengan hasil analisis laboratorium, abu pasir erupsi Gunung Merapi mengandung Sulfur yang dikhawatirkan berdampak negatif terhadap kelestarian batu Candi Borobudur. Untuk mengetahui dampak negatif terhadap batu Candi Borobudur maka dilakukan kajian lebih lanjut. Kajian pengaruh abu terhadap kelestarian batu candi tersebut dilakukan dengan menyisakan batu candi yang masih tertutup oleh abu erupsi Gunung Merapi. Bagian batu candi yang masih tertutup abu vulkanik tersebut ditutup dan dimonitor terus-menerus untuk mengetahui perubahan fisik batu candi jika dalam jangka waktu tertentu tertutup oleh abu vulkanik Gunung Merapi.



Batu candi yang masih tertutup abu vulkanik untuk dikaji lebih lanjut

5.2. Tindak Lanjut Jangka Menengah dan Jangka Panjang

a. *Penghijauan sekitar candi*

Zona 1 dan Zona 2 Candi Borobudur masih banyak tempat yang terbuka dan masih perlu dilakukan penghijauan dengan tanaman keras. Dengan semakin banyaknya tanaman keras dengan tajuk pohon yang rindang maka akan semakin meningkatkan kualitas lingkungan, yang pada akhirnya akan mendukung upaya pelestarian terhadap Candi Borobudur. Penghijauan dengan tanaman keras tentunya akan disesuaikan dengan kondisi lingkungan, sehingga pohon yang ditanam tidak berdampak negatif terhadap upaya pelestarian Candi Borobudur. Diutamakan yang ditanam di sekitar Candi Borobudur merupakan pohon-pohon lokal yang sudah langka, sehingga penghijauan tersebut juga sebagai upaya pelestarian tanaman langka.

b. *Pengadaan peralatan tanggap darurat*

Secara bertahap Balai Konservasi Peninggalan Borobudur akan mengadakan peralatan tanggap darurat, khususnya untuk mengatasi jika terjadi letusan Gunung Merapi. Peralatan itu antara lain adalah:

- Sarung penutup stupa dan batu-batu Candi Borobudur, sehingga jika sudah ada peringatan dari pihak yang berwenang tentang akan terjadinya letusan Gunung Merapi maka Balai Konservasi Peninggalan Borobudur akan segera menutup bagian-bagian yang penting untuk mengurangi dampak abu vulkanik terhadap batu-batu Candi Borobudur.
- Selain itu juga secara bertahap akan dilakukan pengadaan peralatan-peralatan lapangan yang dibutuhkan pada saat tanggap darurat bencana letusan Gunung Merapi.

c. *Peningkatan kemampuan Sumber Daya Manusia*

Dalam rangka tanggap darurat bencana dibutuhkan sumber daya manusia (SDM) yang mampu menangani dampak bencana. Oleh karena itu Balai Konservasi Peninggalan Borobudur berencana akan menyertakan beberapa staf untuk mengikuti pelatihan tanggap darurat bencana.

IV. Penutup

Kegiatan penyelamatan terhadap Candi Borobudur dalam rangka tanggap darurat abu vulkanik pasca letusan Gunung Merapi merupakan kegiatan darurat, di luar kegiatan yang telah direncanakan. Upaya pembersihan abu vulkanik yang menutupi Candi Borobudur segera dilakukan oleh Balai Konservasi Peninggalan Borobudur dengan melalui tahapan dan prosedur untuk keselamatan candi. Kegiatan-kegiatan pemeliharaan Candi Borobudur yang telah terjadwal ditunda terlebih dahulu untuk memfokuskan pada kegiatan pembersihan candi dari abu vulkanik pasca erupsi Merapi. Hal ini dilakukan sebagai langkah pertama dalam upaya pemeliharaan dari ancaman kerusakan yang ditimbulkan oleh kandungan abu vulkanik. Dalam pelaksanaan pemeliharaan Candi Borobudur dalam rangka tanggap darurat abu vulkanik pasca letusan Gunung Merapi selain dilakukan oleh staf Balai Konservasi Peninggalan Borobudur, juga dibantu oleh relawan dari berbagai pihak baik secara pribadi, instansional, lembaga, organisasi, maupun LSM, yang telah memberikan bantuan yang berupa tenaga, alat maupun bahan.

Dalam kegiatan tersebut dilakukan pula pengawasan arkeologi, agar selama pelaksanaannya tidak melanggar kaedah atau prinsip arkeologi. Kegiatan telah selesai dilakukan sesuai jadwal yang telah direncanakan yaitu selama 45 hari. Semua pekerjaan dilakukan dengan mengikuti kaidah dan prinsip yang berlaku dalam pelestarian benda cagar budaya, baik dari bahan dan alat yang digunakan serta teknik pengerjaannya.



PELAPUKAN MATERIAL BATU CANDI KARENA DAMPAK ERUPSI MERAPI

Oleh : Prof. Dr. Endang Tri Wahyuni., M.Si



I. Erupsi gunung berapi (Merapi) dan material yang dikeluarkan

Gunung Merapi yang mempunyai ketinggian puncak 2.968 m dpl (per 2006) adalah gunung berapi di bagian tengah Pulau Jawa dan merupakan salah satu gunung api teraktif di Indonesia. Lereng sisi selatan berada dalam administrasi Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta, dan sisanya berada dalam wilayah Provinsi Jawa Tengah, yaitu Kabupaten Magelang di sisi barat, Kabupaten Boyolali di sisi utara dan timur, serta Kabupaten Klaten di sisi tenggara. Gunung ini dikelilingi oleh pemukiman yang sangat padat dan kawasan hutan di sekitar

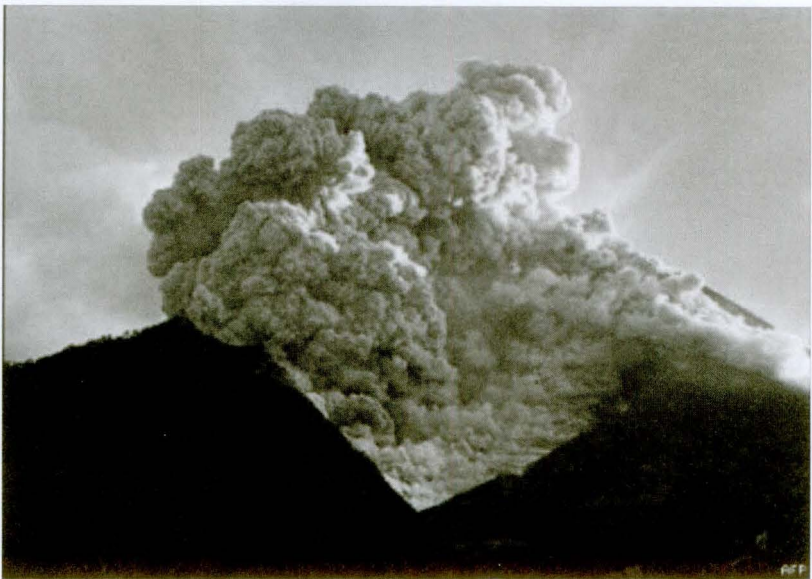


Gunung Merapi dalam keadaan tenang

Gunung Merapi sangat berbahaya karena menurut catatan modern, gunung ini mengalami erupsi (puncak keaktifan) setiap dua sampai lima tahun sekali,. Sejak tahun 1548, gunung ini sudah meletus sebanyak 68 kali. Kota Magelang dan Kota Yogyakarta adalah kota besar terdekat, berjarak di bawah 30 km dari puncaknya. Gunung tersebut dikelilingi oleh pemukiman yang sangat padat, bahkan di lerengnya masih terdapat pemukiman sampai ketinggian 1700 m dan hanya berjarak empat kilometer dari puncak. Oleh karena tingkat kepentingannya ini, Merapi menjadi salah satu dari enam belas gunung api dunia yang termasuk dalam proyek Gunung Api Dekade Ini (*Decade Volcanoes*) (Karakteristik Gunungapi, 2000, BPPTK).

1.1. Erupsi Gunung Merapi

Erupsi Gunung Merapi yang terakhir terjadi pada tahun 2010 dengan letusan yang lebih besar daripada letusan pada tahun 1872 yang sebelumnya merupakan letusan paling kuat. Pada tahun 2010, erupsi pertama terjadi sekitar pukul 17.02 WIB tanggal 26 Oktober, dan sedikitnya terjadi tiga kali letusan. Letusan menyemburkan material vulkanik setinggi kurang lebih 1,5 km yang disertai keluarnya awan panas yang menerjang Kaliadem, Desa Kepuharjo, Kecamatan Cangkringan, Sleman Sejak saat itu dari perut gunung mulai terjadi muntahan awan panas secara tidak teratur (Vivanews, 27 Oktober 2010; Badan Geologi, 26 Oktober 2010).



Gunung Merapi saat erupsi tahun 2010

Sumber : <http://zona-klik.blogspot.com/2010/11/erupsi-merapi-2010-hampir-menyamai.html>

Mulai 28 Oktober, Gunung Merapi memuntahkan lava pijar yang muncul hampir bersamaan dengan keluarnya awan panas pada pukul 19.54 WIB (Kompas.com diakses tanggal 28 Oktober 2010). Selanjutnya mulai teramati titik api diam di puncak pada tanggal 1 November, menandai fase baru bahwa magma telah mencapai lubang kawah (Badan Geologi, 3 Nopember 2010).

Namun demikian, berbeda dari karakter Merapi biasanya, bukannya terjadi pembentukan kubah lava baru, malah yang terjadi adalah peningkatan aktivitas semburan lava dan awan panas sejak 3 November. Erupsi eksplosif berupa letusan

besar diawali pada pagi hari Kamis, 4 November 2010, menghasilkan kolom awan setinggi 4 km dan semburan awan panas ke berbagai arah di kaki Merapi. Selanjutnya, sejak sekitar pukul tiga siang hari terjadi letusan yang tidak henti-hentinya hingga malam hari dan mencapai puncaknya pada dini hari Jumat 5 November 2010. Menjelang tengah malam, radius bahaya untuk semua tempat diperbesar menjadi 20 km dari puncak. Rangkaian letusan ini serta suara gemuruh terdengar hingga Kota Yogyakarta (jarak sekitar 27 km dari puncak), Kota Magelang, dan pusat Kabupaten Wonosobo (jarak 50 km) (Badan Geologi, 3 Nopember 2010; 5 Nopember 2010).

Letusan kuat 5 November diikuti oleh aktivitas tinggi selama sekitar seminggu, sebelum kemudian terjadi sedikit penurunan aktivitas, namun status keamanan tetap "Awat". Pada tanggal 15 November 2010 batas radius bahaya untuk Kabupaten Magelang dikurangi menjadi 15 km dan untuk dua kabupaten Jawa Tengah lainnya menjadi 10 km, dan hanya bagi Kab. Sleman yang masih tetap diberlakukan radius bahaya 20 km. (Badan Geologi, 15 Nopember 2010).

1.2. Material yang dikeluarkan oleh erupsi

Gunung meletus atau erupsi merupakan peristiwa yang terjadi akibat endapan magma di dalam perut bumi yang didorong keluar oleh gas yang bertekanan tinggi. Magma adalah cairan pijar yang terdapat di dalam lapisan bumi dengan suhu yang sangat tinggi, yakni diperkirakan lebih dari 1.000°C. Cairan magma yang keluar dari dalam bumi disebut lava. Suhu lava yang dikeluarkan bisa mencapai 700-1.200°C. Letusan gunung berapi yang membawa batu dan abu dapat menyembur sampai sejauh radius 18 km atau lebih, sedangkan lavanya bisa membanjiri sampai sejauh radius 90 km.

Gunung berapi yang akan meletus atau erupsi dapat diketahui melalui beberapa tanda, antara lain: suhu di sekitar gunung naik, mata air menjadi kering, sering mengeluarkan suara gemuruh, kadang disertai getaran (gempa), tumbuhan di sekitar gunung layu, dan binatang di sekitar gunung bermigrasi.

Material letusan gunung berapi berupa gas vulkanik, lava dan aliran pasir serta batu panas, lahar, hujan abu, dan awan panas (Smith, et al., 1983; Blong, 1984).

a. Gas vulkanik

Gas vulkanik adalah gas yang dikeluarkan gunung berapi pada saat meletus. Gas tersebut antara lain berupa karbon monoksida (CO), karbon dioksida (CO₂), hidrogen sulfida (H₂S), sulfur dioksida (SO₂), dan nitrogen dioksida (NO₂) yang dapat membahayakan manusia. Gas CO₂ mudah larut dalam air menjadi asam karbonat (H₂CO₃), sedangkan gas SO₂ mudah bereaksi dengan oksigen membentuk SO₃ yang juga mudah bereaksi dengan air membentuk asam sulfat (H₂SO₄). Gas H₂S oleh adanya bakteri dan oksigen (O₂) serta air dapat membentuk asam sulfat. Reaksi gas NO₂ dengan air juga dapat berlangsung menghasilkan asam nitrat (HNO₃).

b. Lava dan aliran pasir serta batu panas

Lava adalah cairan magma dengan suhu tinggi yang mengalir dari dalam Bumi ke permukaan melalui kawah. Lava encer akan mengalir mengikuti aliran sungai sedangkan lava kental akan membeku dekat dengan sumbernya. Lava yang membeku akan membentuk bermacam-macam batuan.

c. Lahar

Lahar adalah lava yang telah bercampur dengan batuan, air, dan material lainnya. Lahar sangat berbahaya bagi penduduk di lereng gunung berapi.

d. Hujan Abu

Abu merupakan material yang sangat halus yang disebarkan ke udara saat terjadi letusan. Karena sangat halus, abu letusan dapat terbawa angin dan dirasakan sampai ratusan kilometer jauhnya. Abu letusan ini bisa mengganggu pernapasan.

e. Awan panas

Awan panas adalah hasil letusan yang mengalir bergulung seperti awan. Di dalam gulungan ini terdapat batuan pijar yang panas dan material vulkanik padat dengan suhu lebih besar dari 600 °C. Awan panas dapat mengakibatkan luka bakar pada tubuh yang terbuka seperti kepala, lengan, leher atau kaki dan juga dapat menyebabkan sesak napas.

Erupsi Gunung Merapi yang telah terjadi beberapa kali dengan intensitas dan kekuatan yang tinggi pada bulan Oktober-November 2010 telah memuntahkan

material yang berupa gas, abu, pasir, kerikil, dan batu, dengan jumlah yang sangat besar, yaitu berkisar 150 juta kubik (Broropusito, 2011). Hujan kerikil dan pasir mencapai Kota Yogyakarta bagian utara, sedangkan abu vulkanik telah mengguyur sejumlah desa seisinya dan menimbun berbagai bangunan seperti rumah penduduk, masjid, sekolah, dan bangunan bersejarah seperti Candi Borobudur.

II. Sifat-sifat dan karakteristik hasil erupsi Merapi

2.1. Komposisi kimia

Secara umum material dari letusan gunung berapi seperti Gunung Merapi, khususnya abu vulkanik, mengandung oksida beberapa unsur logam seperti Si, Al, Fe, Ca, Mg, Na, dan K serta belerang, dan mungkin beberapa unsur logam berat berbahaya seperti timbal, kadmium, dan arsen (Cas and Wright, 1988; Smith, *et al*, 1983; Christenson, 2000). Komposisi kimia abu dari erupsi Gunung Merapi tahun 2010 telah ditentukan melalui analisis kimia, dan hasilnya disajikan dalam tabel berikut ini (Wahyuni, dkk., 2011):

Tabel Komposisi kimia abu Gunung Merapi dan data pembandingan jenis batuan

Oksida logam	Nilai rata-rata (%)				
	Sample Merapi	References			
		Basalt	Andesite	Dacite	Rhyolith
SiO ₂	52,52	50,83	54,2	63,58	73,66
Al ₂ O ₃	18,69	14,07	17,17	16,67	13,45
CaO	8,96	10,42	7,92	5,53	1,13
Fe ₂ O ₃	9,17	11,93	8,97	5,24	2,00
K ₂ O	2,10	0,82	1,11	1,4	5,35
MgO	2,89	6,34	4,36	2,72	0,32
MnO	0,22	0,18	0,15	0,11	0,03
Na ₂ O	3,71	2,23	3,67	3,98	2,99
P ₂ O ₅	0,29	0,23	0,28	0,17	0,07
TiO ₂	1,45	2,03	1,31	0,64	0,22

Dari hasil penentuan komposisi kimia dapat diketahui bahwa abu Gunung Merapi mengandung unsur-unsur utama (yang berkadar tinggi) silikon, almunium, besi, kalsium, natrium, magnesium, kalium, titanium, mangan, dan fosfor, yang dalam makalah ini disajikan sebagai oksidanya.

Dengan membandingkan komposisi kimia abu dari Gunung Merapi dengan

komposisi kimia berbagai jenis batuan yang lain yaitu dasit, ryolit dan basal, maka dapat diketahui bahwa abu dari Gunung Merapi berasal dari batuan andesit. Data ini sesuai dengan yang dikemukakan oleh Cas and Wright (1988), bahwa pada umumnya batuan dari gunung berapi adalah jenis andesit.

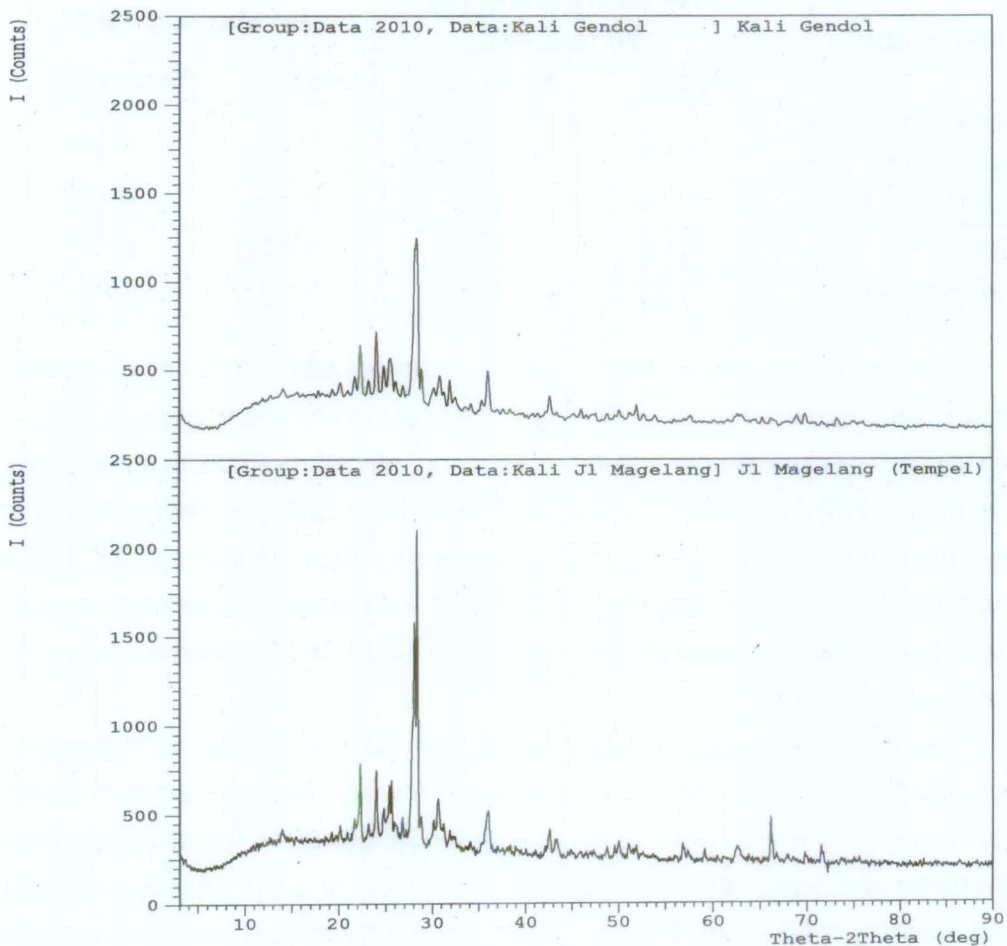
Kandungan SiO_2 , Al_2O_3 , dan CaO yang cukup besar memungkinkan pemanfaatan abu tersebut sebagai bahan dasar pembuatan benda berbasis semen. Perbandingan persentase $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3 : \text{CaO}$ dalam abu Gunung Merapi adalah 53 : 19 : 9 atau 3 : 2 : 1, sedangkan untuk memberikan pelekatan yang baik, dalam pembuatan barang berbasis semen harus ditambah dengan batu kapur sedemikian rupa sehingga memberikan perbandingan $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3 : \text{CaO} = 21 : 6 : 65$ atau 3,5 : 1 : 11 (Shreve, 1980).

Selain itu, abu Gunung Merapi juga mengandung oksida besi (Fe_2O_3) dan titania (TiO_2) yang relatif tinggi. Kandungan oksida besi dan titania yang relatif tinggi dimungkinkan untuk dilakukan ekstraksi/pengambilan kedua logam dari abu tersebut sehingga diperoleh besi atau oksida besi maupun titanium murni. Besi mempunyai nilai yang relatif tinggi karena mempunyai sifat fisik yang kuat dan juga bersifat magnetik sehingga dapat dimanfaatkan untuk campuran pembuatan barang-barang berbahan logam maupun barang-barang magnetik. Titania mempunyai warna putih, yang stabil terhadap pengaruh lingkungan sehingga berguna sebagai bahan zat warna cat, antioksidan, pemutih wajah, dan juga semikonduktor untuk fotokatalis maupun sel surya (Shreve, 1980).

2.2. Komposisi mineral

Untuk mengetahui jenis mineral yang terdapat dalam abu telah dilakukan analisis dengan alat difraksi sinar-X dan hasilnya disajikan sebagai gambar di bawah ini (Wahyuni, dkk., 2011). Identifikasi jenis kristal dalam sample abu dilakukan dengan membandingkan data difraksi sample dengan data standar mineral tanah yang diambil dari JCPDF. Dari hasil perbandingan dapat diketahui bahwa abu mengandung mineral feldspar dengan rumus molekul $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$. Feldspar adalah salah satu bahan dasar pembuatan keramik selain lempung kaolin dan pasir. Berikut ini gambar pola difraksi abu dari erupsi Gunung Merapi yang diambil di Sungai Gendol dan di Plataran Candi Borobudur:

Pola difraksi abu dari erupsi Gunung Merapi yang diambil di Sungai Gendol (atas)



Sementara kristal oksida unsur lain tidak terdeteksi dengan metode ini, yang menandakan bahwa mineral/oksida tersebut berfase amorf. Dengan demikian dapat diketahui bahwa sebagian oksida-oksida Si dan Al adalah berbentuk feldspar. Feldspar merupakan mineral yang banyak ditemukan dalam batuan andesit (Johnston, et al., 2004).

2.3. Sifat keasaman

Sifat lain dari abu Gunung Merapi yang sangat menonjol khususnya saat erupsi terjadi secara beruntun adalah timbulnya bau belerang. Untuk memastikannya, Wahyuni, dkk. (2011) juga telah melakukan penentuan kadar sulfur dan pengukuran pH abu tersebut yang jatuh di 3 arah yang berbeda dari puncak, yaitu barat, selatan, dan timur.

Data hasil penentuan ditampilkan dalam tabel berikut ini:

Sampel abu	Kadar belerang (S) (%) rata-rata		pH abu rata-rata	
	Oktober	Desember	Oktober	Desember
Kompleks Candi Borobudur	2,58	1,24	5,30	6,10
Munthilan	2,55	1,27	5,40	6,10
Pakem	2,45	1,13	5,80	6,45
Cangkring	2,32	1,05	5,90	6,60

Terlihat dalam tabel di atas, adanya korelasi positif antara kadar S dengan nilai pH, yaitu kadar belerang lebih tinggi maka pH lebih rendah atau keasamaan lebih tinggi, baik saat erupsi masih berlangsung intensif (sampel di ambil bulan 8 Nopember 2010) dan setelah erupsi tidak berlangsung dan terjadi hujan deras yang juga cukup intensif (sampel diambil pada awal bulan Januari 2011). Hal ini menandakan bahwa sifat asam dari abu vulkanik disebabkan oleh adanya senyawa belerang yang juga mungkin bercampur dengan sejumlah kecil senyawa asam lain seperti asam karbonat.

Pada periode erupsi, pH abu relatif rendah atau bersifat asam, baik di lokasi barat, selatan maupun timur puncak Gunung Merapi. Namun demikian setelah terjadi hujan yang intensif pada bulan Desember-Januari 2011, terjadi kenaikan pH pada tanah-abu, yang sejalan dengan penurunan kadar sulfur. Meskipun pH abu-tanah masih bersifat asam. Adanya air hujan dapat melarutkan belerang yang ada membentuk asam sulfat. Selanjutnya asam sulfat ini mengalir bersama air hujan dan menyebar ke lokasi yang lebih luas, baik ke permukaan tanah maupun ke dalam perairan.

Asam sulfat merupakan asam kuat dan dapat berfungsi sebagai oksidator yang kuat, yang bersifat sangat korosif. Sifat korosif ini dapat menyebabkan pelapukan batuan, membakar tanaman, menimbulkan iritasi pada kulit, dan menimbulkan gangguan kesehatan lainnya (Manahan, 1990).

2.4. Komponen unsur minor dan logam berat berbahaya

Selain dilakukan penentuan unsur mayor dalam abu vulkanik, penentuan unsur-unsur minor juga dilakukan dan hasilnya ditampilkan dalam dua tabel di bawah ini. Selain mengandung unsur-unsur mayor, abu vulkanik dari Gunung

Merapi ternyata juga mengandung berbagai unsur minor baik kelompok logam maupun non logam dengan konsentrasi yang cukup berarti. Untuk unsur logam adalah Ba, Co, Cu, Pb, Sr, Zn, dan Zr, sedangkan yang bukan unsur logam adalah S dan V.

Unsur	Ba	Co	Cr	Cu	Pb	S	Sr	V	Zn	Zr
Nilai Rata-rata (mg/Kg)	470	21	4,53	36,23	16,71	393	517	176	102	82,7

Di dalam abu vulkanik, unsur logam berat yang berbahaya yang lain yang kadarnya relatif rendah juga terdeteksi yaitu As, Cd, dan Ni, seperti yang tersaji dalam berikut ini:

Unsur	As	Au	Cd	Mo	Ni	Sb	Sn
Nilai Rata-rata (mg/Kg)	< 20	< 100	< 10	< 10	< 5	< 20	< 100

Adanya logam-logam berat tersebut dalam abu vulkanik yang menyebar di lingkungan yang cukup luas dengan kuantitas yang cukup besar sangat dimungkinkan dapat mengkontaminasi perairan (sungai atau sumur) di sekitarnya. Mengonsumsi makanan atau minuman yang terkontaminasi logam-logam berat dapat menimbulkan gangguan kesehatan, sebagaimana yang diringkaskan dan disajikan dalam tabel berikut ini (Wright and Welbourn, 2002). :

Tabel Sifat unsur-unsur logam berat yang dapat mengganggu kesehatan

No	Logam berat	Efek bagi lingkungan dan kesehatan
1	As	Sangat beracun
2	Ba	Konsumsi dalam waktu lama menyebabkan gangguan otot dan jantung, dan merusak ginjal
3	Cd	Menyebabkan karapuhan tulang dan nyeri dengan intensitas tinggi, serta beracun
5	Cr(VI)	Gangguan kulit, kerusakan liver dan karsinogenik
6	Cu	Beracun bagi biota dan ikan. Konsentrasi tinggi menyebabkan iritasi
10	Ni	Karsinogenik
11	Pb	Kerusakan otak dan ginjal
12	Se	Beracun jika dihirup
13	Zn	Tidak beracun bagi manusia dan ikan

III. Interaksi material hasil erupsi gunung berapi dengan batuan andesit

3.1. Batuan andesit

Andesit adalah suatu jenis batuan beku vulkanik dengan komposisi antara dan tekstur spesifik yang umumnya ditemukan pada lingkungan subduksi tektonik di wilayah perbatasan lautan seperti di pantai barat Amerika Selatan atau daerah-daerah dengan aktivitas vulkanik yang tinggi seperti Indonesia. Nama Andesit diambil dari nama pegunungan Andes yang terletak di Amerika Selatan, dimana busur batuan-batuan vulkanik bercampur dengan magma basalt, dengan batuan-batuan keras jenis granit yang menghasilkan lava dengan komposisi *intermediate*. Batuan Andesit mempunyai kandungan fluida lebih sedikit dibandingkan batuan basalt dan diletuskan dengan hebatnya dikarenakan adanya gas-gas terlarut yang terdapat di dalamnya (Best, 1982).

Batu andesit banyak digunakan dalam bangunan-bangunan megalitik, candi dan piramida. Begitu juga perkakas-perkakas dari zaman prasejarah banyak memakai material ini, misalnya: sarkofagus, punden berundak, lumpang batu, meja batu, arca dll. Di zaman sekarang batu andesit ini masih digunakan sebagai

material untuk nisan kuburan orang Tionghoa, cobek, lumpang jamu, cungkup/kap lampu taman dan arca-arca untuk hiasan. Salah satu pusat kerajinan dari batu andesit ini adalah Magelang.

Jenis batuan Andesit ini berbentuk kristalin, yang tersusun oleh mineral-mineral utama yang berupa feldspar (ortoklas dan plagioklas : KAlSi_3O_8 dan $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ $\text{CaAlSi}_3\text{O}_8$), amfibol, augit ((Ca, Na) (Mg, Fe, Al) $(\text{Si,Al})_2\text{O}_6$), hiperstein ((Mg,Fe) SiO_3), dan biotit, disertai mineral pengiring apatit, zirkon, dan titanit. Batuan andesit mempunyai lebih dari 20% kandungan kuarsa dan yang terbanyak adalah mineral feldspar plagioklas. Identifikasi jenis mineral ini dapat dilakukan antara lain dengan menggunakan metode difraksi sinar-X (Best, 1982.).

Susunan mineral dalam batuan andesit menampilkan warna gelap yaitu hitam, abu-abu, merah coklat, atau hijau tua. Bagian-bagian kecil yang berwarna hitam disebut mineral *biotite* dan yang berwarna putih disebut potassium feldspar (Psosito, 1989).

Kandungan mineral yang terdapat dalam batu andesit memberikan komposisi kimia yang berupa SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MgO , CaO , Na_2O , K_2O , P_2O_5 , dan TiO_2 . Komposisi kimia batuan andesit yang dinyatakan sebagai oksida logam ditunjukkan oleh tabel berikut:

Tabel Komposisi kimia batuan andesit dan beberapa batuan yang lain

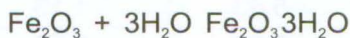
Oksida logam	Jenis Batuan			
	Basalt	Andesit	Dacite	Rhyolith
SiO_2	50,83	54,2	63,58	73,66
Al_2O_3	14,07	17,17	16,67	13,45
CaO	10,42	7,92	5,53	1,13
Fe_2O_3	11,93	8,97	5,24	2,00
K_2O	0,82	1,11	1,4	5,35
MgO	6,34	4,36	2,72	0,32
MnO	0,18	0,15	0,11	0,03
Na_2O	2,23	3,67	3,98	2,99
P_2O_5	0,23	0,28	0,17	0,07
TiO_2	2,03	1,31	0,64	0,22

Batuan Andesit mempunyai kandungan silika lebih tinggi dibandingkan dengan batuan basalt, dan mempunyai kandungan silika lebih rendah dibandingkan dengan batuan rhyolite atau dasite.

3.2. Interaksi antara material dari erupsi gunung berapi dengan batu candi (batuan andesit)

Di antara material hasil erupsi Gunung Merapi sebagaimana yang telah ditampilkan, yang reaktif terhadap batuan andesit seperti batu candi antara lain adalah asam. Asam-asam tersebut dapat berupa asam karbonat, asam sulfat, dan asam nitrat, yang dapat berasal dari proses pelarutan dari gas CO_2 , SO_2 , dan NO_2 sebagai gas vulkanik, ke dalam air. Asam-asam tersebut bersifat korosif yang dapat bereaksi dengan berbagai mineral seperti feldspar atau plagioklas yang merupakan komponen utama batu andesit atau batu candi.

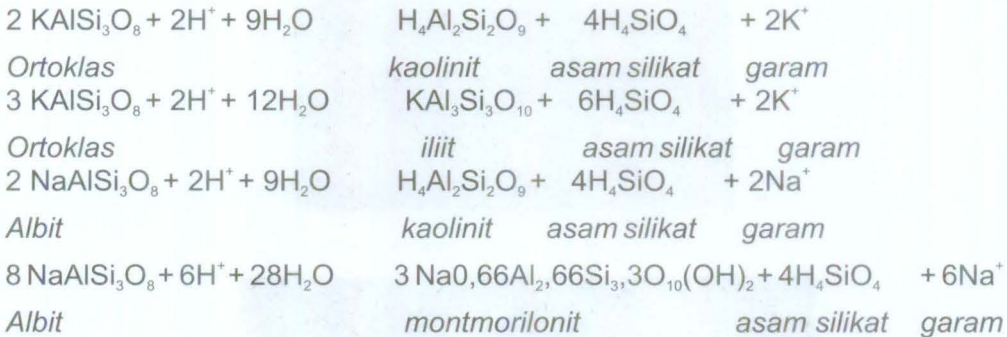
Reaksi kimia yang dapat terjadi pada mineral feldspar atau plagioklas antara lain hidratisasi, hidrolisis, dan karbonatasi. Reaksi hidratisasi adalah reaksi pembentukan mineral terhidrat, yaitu terikatnya molekul air pada permukaan mineral dalam batu. Peristiwa ini dapat terjadi apabila batuan terendam dalam air, dimana bidang permukaan, sudut, dan rusuk kristal jenuh oleh molekul air yang membentuk mantel air. Pelapisan ini dapat menyebabkan rusaknya bentuk kristal dan lepasnya energi ikat sehingga kristal akan retak dan pecah. Sebagai contoh adalah reaksi hidratisasi hematit (Fe_2O_3) yang berwarna merah menjadi limonit ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) yang berwarna kuning, dan hidratisasi kalsium sulfat anhidrit (CaSO_4) menjadi gipsum ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Persamaan reaksi hidratisasi tersebut dapat dituliskan sebagai berikut (Birkeland, 1974):



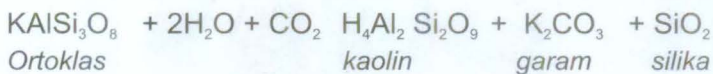
Reaksi hidrolisis adalah reaksi oleh adanya air, yang dipercepat oleh adanya zat asam. Dalam reaksi ini terjadi pertukaran alkali dalam mineral oleh ion hidrogen dari air dan asam, dimana asam dapat menyediakan ion hidrogen dalam jumlah yang lebih banyak daripada air. Reaksi hidrolisis ini akan menghasilkan alumino-silikat, asam silikat, dan membebaskan alkali hidroksida atau garam alkali. Peristiwa ini berakibat pada kerusakan struktur kristal mineral tersebut. Contoh reaksi ini adalah hidrolisis kalium feldspar (KAlSi_3O_8) membentuk senyawa

lempung, asam silikat, dan garam (Birkeland, 1974; sposito, 1989). Endapan garam akan terbentuk pada permukaan batu setelah air mengalami penguapan, yang terlihat dengan jelas pada permukaan batu candi yang tesebar di Pulau Jawa.

Persamaan reaksi hidrolisis mineral oleh air yang dipercepat oleh asam, dapat dituliskan sebagai berikut :



Reaksi yang lain adalah reaksi karbonatasi yaitu reaksi mineral dengan asam karbonat (H_2CO_3) yang dapat berasal dari pelarutan gas CO_2 ke dalam air. Salah satu contoh peristiwa ini adalah karbonatasi feldspar yang menghasilkan kaolin, garam, dan silika.



Reaksi-reaksi yang telah dikemukakan memberikan efek yang sama yaitu transformasi mineral asal menjadi bahan lain yang lebih mudah mengalami peruraian, dan endapan garam. Akibat dari reaksinya antara lain adalah terjadi keretakan atau pecahnya batu, penggaraman, dan pelapukan.



Gambar batu candi yang mengalami keretakan



Gambar batu candi yang mengalami penggaraman



Gambar batu candi yang mengalami pelapukan

Terkait dengan kemudahan untuk mengalami peruraian atau kerusakan batu, feldspar (ortoklas maupun plagioklas) mempunyai energi ikat yang paling tinggi, diikuti oleh kelompok lempung (filosilikat) seperti illit, kaolin, dan monmorilonit, dan yang paling rendah adalah augit, hipersten, dan hornblende yang merupakan kelompok ortosilikat. Semakin rendah energi ikat maka semakin mudah mineral tersebut mengalami disintegrasi atau pelapukan (Paton, 1978).

Sementara itu, terkait dengan material hasil erupsi Merapi yang berupa senyawa-senyawa asam (yang dominan adalah asam sulfat), maka kemungkinan reaksi yang terjadi adalah reaksi hidrolisis yang dipercepat oleh asam. Semakin besar konsentrasi asam yang ditandai oleh pH lebih rendah dari 7, maka semakin cepat hidrolisis berlangsung.

Disintegrasi mineral feldspar ini dapat berlangsung semakin meluas dan derajat disintegrasi yang semakin besar dengan semakin banyaknya abu dan semakin lamanya interaksi tersebut. Efek dari reaksi hidrolisis batu candi asam sulfat dari abu vulkanik yaitu timbulnya endapan garam pada permukaan batu dan permukaan batu yang kusam, yang dapat mempercepat pelapukan sehingga mengancam kelestarian batu candi tersebut.

Daftar Pustaka

- Badan Geologi, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, Press release tanggal 28 Oktober 2010, 3 Nopember 2010, 5 Nopember 2010, dan 15 Nopember 2010, [http : //www.merapi.bgl.esdm.go.id/](http://www.merapi.bgl.esdm.go.id/)
- Best, M. G. 1982. *Igneous and Metamorphic Petrology*. W.H. Freeman and Company, San Fransico. 630 p.
- Birkeland, P.W. 1974. *Pedology, Weathering, and Geomorphological Research*. Oxford Univesity Press. Toronto, 285 p.
- Blong, R.J., 1984, *Volcanic hazards: a sourcebook on the effects of eruptions: Academic Press, Australia, p. 424.*
- Brotospusito, K. S., 2010, Pola Erupsi Gunung Merapi, Seminar terbatas dalam rangka Fakultas MIPA UGM peduli Merapi.
- Cas, R.A.F. and Wright, J.V., 1988, *Volcanic Successions: Modern and Ancient: Chapman & Hall, London, p. 528.*
- Christenson, B.W., 2000, Geochemistry of fluids associated with the 1995-1996 eruption of Mt Ruapehu, New Zealand: *signatures and processes in the magmatic-hydrothermal system: Journal of Volcanology and Geothermal Research*, (97), p1-30.
- Johnston, D., Stewart, C., Hoverd, J., Leonard, G., Thordarsson, T. and Cronin S., 2004, Impacts of volcanic ash on water supplies in Auckland: Institute of Geological & Nuclear Sciences, *Science Report*.
- Kompasnews. com, 28 Oktober 2010

- Manahan, S.E, 2000, *Environmental Chemistry*, 7th Edition, Lewish Publisher, New
- Paton, T.R. 1978. *The Formation of Soil Material*. George Allen and Unwin. ,xiii + 143 p.
- Shreve, R.N., *Chemical Process Industries*, Mc-Graw Hill Book Company, Tokyo, 1980, p.489-191.
- Sposito, G. 1989. *The Chemistry of Soils*. Oxford Universty Press, New York. Xii + 277 p.
- Wahyuni, E.T., Sumeran, dan Sugeng Triyono, 2011, Penentuan Komposisi Kimia Abu Vulkanik Erupsi Merapi 2010, Jurnal Manusia dan Lingkungan, Pusat Studi Lingkungan Hidup UGM, in Press.
- Wilson, T., Kaye, G., Stewart, C., and Cole, J., 2007, Impact of the 2006 eruption of Merapi vulcano, Indonesia on agriculture and infrastructure, GNS. *Science Report*, July 2007.
- Wright, D. A. and Welbourn, P., 2002, *Environmental Toxicology*, Cambridge, University Press New York, P.253-267
- Vivanews. com., 4 Nopember 2010

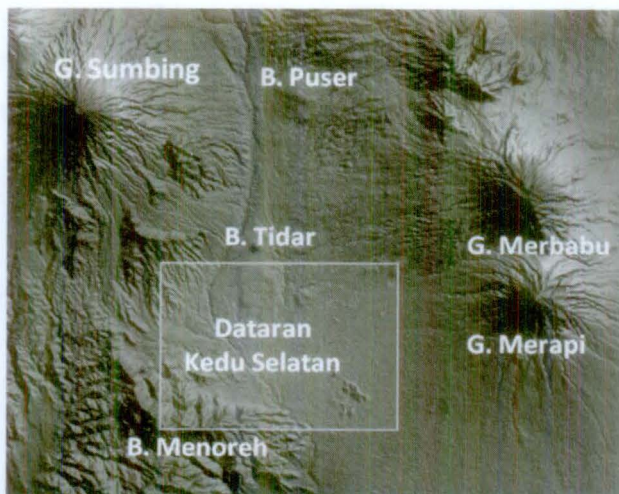
MENGENAL DATARAN KEDU SELATAN BERDASARKAN TINJAUAN GEOLOGI

Oleh : Ir. Helmy Murwanto, M.Si



I. Pendahuluan

Dataran Kedu Selatan bentuk lahannya terdiri dari dataran aluvial dan dataran kaki gunungapi muda, dengan ketinggian berkisar antara 250-350 meter dari permukaan air laut (m dpal) menempati areal seluas $\pm 500 \text{ km}^2$. Fenomena alamnya sangat mempesona karena Dataran Kedu kearah selatan dibatasi oleh Pegunungan Menoreh. Lerengnya sangat curam dan memanjang. Deretan puncak-puncaknya menonjol menyerupai bentuk menara segitiga "*Triangular Facet*", sepanjang $\pm 20 \text{ km}$ ke arah barat-timur dengan ketinggian hampir mencapai 1000 m dpal. Dataran Kedu Selatan ke arah utara dibatasi oleh rangkaian Gunungapi muda, sebagian besar menyerupai bentuk kerucut, puncak-puncaknya menjulang tinggi ke angkasa, di lerengnya tercurat indah oleh alur-alur lembah sungai yang mengalir menuju Dataran Kedu Selatan. Rangkaian gunungapi tersebut adalah Gunungapi Sumbing (3371 m dpal), Gunungapi Sindoro (3135 m dpal) membatasi Dataran Kedu Selatan sisi barat-barat laut, kubah lava Tidar (505 m dpal) di sisi utara, Gunungapi Telomoyo (1894 m dpal), Gunungapi Andong (1710 m dpal), Gunungapi Merbabu (3142 m dpal) dan Gunungapi Merapi (2911 m dpal) membatasi Dataran Kedu Selatan di sisi timur-timur laut. Posisi geografis Dataran Kedu Selatan, terletak diantara $110^{\circ}05' \text{ BT}$ sampai $110^{\circ}20' \text{ BT}$ dan $7^{\circ}30' \text{ LS}$ sampai $7^{\circ}38' \text{ LS}$. Penamaan Kedu Selatan didasarkan kepada wilayah administrasi pada waktu pemerintah Hindia Belanda, bentuk lahan Dataran Kedu Selatan berada di wilayah bagian selatan dari Karesidenan Kedu, Propinsi Jawa Tengah.



Gambar Dataran Kedu Selatan

Di tengah-tengah Dataran Kedu Selatan, tersembul beberapa bukit terisolir yang berada di antara bentuk lahan dataran pada ketinggian ± 250 m dpal. Bukit-bukit terisolir tersebut, diantaranya: Bukit Gendol (447 m dpal), Bukit Ukir (335 m dpal), Bukit Sari (418 m dpal), Bukit Pring (358 m dpal), bukit-bukit tersebut letaknya berada di selatan-tenggara Kota Muntilan. Bukit-bukit yang letaknya di dekat bangunan Candi Borobudur adalah: Bukit Dagi (303 m dpal), Bukit Borobudur (297 m dpal). Keberadaan bukit-bukit terisolir yang muncul di antara bentuk lahan dataran tersebut, menambah keindahan panorama alam Dataran Kedu Selatan.

Keindahan panorama alam Dataran Kedu Selatan, didukung oleh tanahnya yang sangat subur, berasal dari hasil pelapukan endapan aluvial dan endapan vulkanik. Kesuburan tanahnya juga didukung oleh ketersediaan air yang melimpah, berasal dari aliran sungai yang melewati Dataran Kedu Selatan, juga dari sumber mata air yang banyak muncul di dataran kaki Gunungapi muda dengan debit $\phi > 100$ L/dtk.

Sungai-sungai utama yang mengalir melewati Dataran Kedu Selatan adalah Sungai Progo, Sungai Merawu, Sungai Tangsi dimana mata airnya/alirannya berasal dari Gunungapi Sindoro dan Gunungapi Sumbing. Sungai Elo alirannya berasal dari Gunungapi Merbabu, Gunungapi Andong dan Gunungapi Gilibetung, sedangkan Sungai Pabelan, Sungai Keji, Sungai Blongkeng berasal dari lereng barat daya Gunungapi Merapi. Sungai Sileng alirannya berasal dari lereng utara Pegunungan Menoreh. Aliran sungai-sungai tersebut mencapai Dataran Kedu Selatan, tepatnya di dataran aluvial Borobudur, bergabung menjadi satu dengan Sungai Progo, kemudian mengalir ke arah tenggara menelusuri dinding curam Pegunungan Menoreh bagian timur menuju Samudera Indonesia.



Kelurusan Sungai Tangsi akibat struktur sesar memotong endapan vulkanik Sumbing yang berumur muda (kuarter)

Dataran Kedu Selatan yang indah dan mempesona, di dalamnya menyimpan berbagai misteri, antara lain:

1. Munculnya sumber mata air asin di beberapa lokasi, yaitu di Dusun Kaliduren, Dusun Kasuran dan Dusun Asinan wilayah Kecamatan Borobudur.

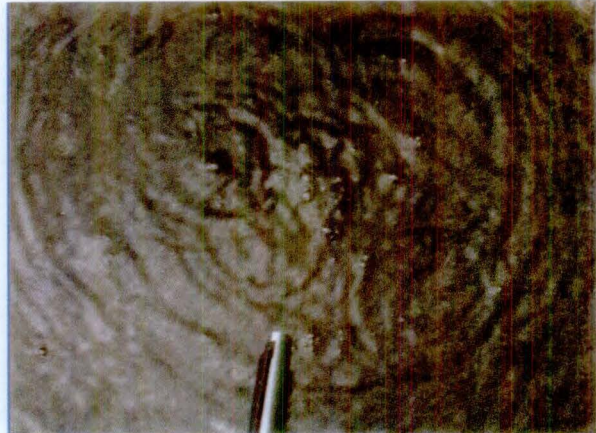


Foto (kiri) Mata air Asin yang keluar melalui struktur sesar di Dataran Borobudur dan foto (kanan) Gas yang keluar pada mata air asin

2. Sedimen batu lempung berwarna hitam kecoklatan yang kaya bahan organik tertimbun material vulkanik lebih dari 10 meter. Sedimen tersebut ditemukan di dasar aliran Sungai Progo, Sungai Elo dan Sungai Sileng.



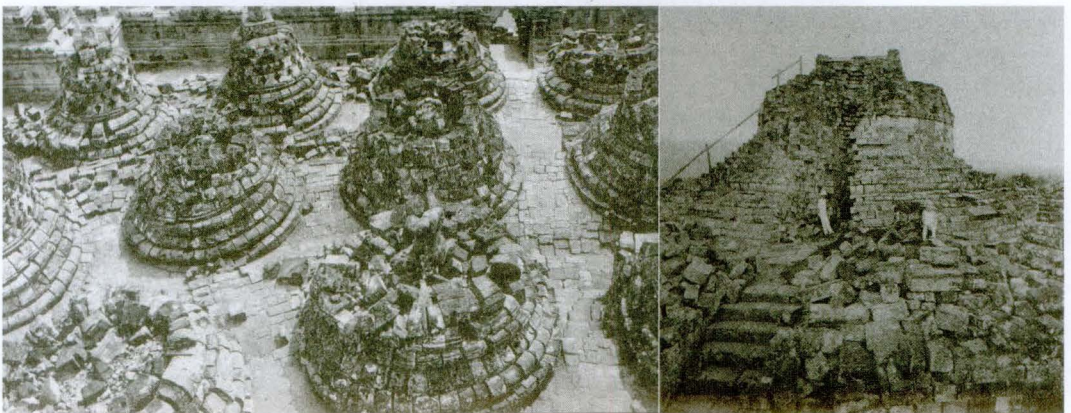
Sedimen lempung hitam pada dasar lembah Sungai Sileng

3. Pada beberapa lokasi singkapan batu lempung hitam kecoklatan, kondisinya sudah terpatahkan dan terkekarkan oleh struktur kekar dan struktur sesar dimana pada beberapa tempat terlihat mengeluarkan gelembung-gelembung gas.



Struktur sesar memotong batuan vulkanik tua (tersier) dan sedimen danau berumur recent

4. Situs-situs purbakala berupa candi budha dan hindu yang dibangun di puncak Bukit Borobudur, Bukit Sari, Bukit Ukir maupun lahan dataran Candi Ngawen, Candi Banon dan yang masih terpendam di bawah tanah, saat pertama kali ditemukan kebanyakan dalam keadaan hancur berserakan, puing-puing hancurannya tidak jauh dari posisi asalnya.



Bangunan Candi Borobudur dalam kondisi hancur berserakan

Misteri-misteri tersebut di atas sangat erat kaitannya dengan kondisi lingkungan masa lalu, saat dataran Kedu Selatan masih berupa cekungan sedimentasi Borobudur, pada pertengahan kala plistosen sampai masa sejarah. Masalah tersebut sangat menarik untuk diungkap dengan pendekatan Kajian Geologi.

II. Sejarah Geologi Terbentuknya Cekungan Sedimentasi Kuarter di Sebelah Utara Pegunungan Kulonprogo "Menoreh"

Tinjauan geologi tentang terbentuknya cekungan Kuarter, sangat berkaitan erat dengan proses tektonik lempeng yang terjadi. Lempeng Samudra Hindia – Australia bergerak ke arah utara dengan kecepatan $\pm 7\text{cm/thn}$ menumbuk, kemudian menyusup di bawah kerak benua Asia bagian tenggara "*Sunda Land*" (Simanjuntak & Barber, 1996). Proses tumbukan lempeng mengakibatkan terbentuknya busur gunung api, busur palung sebagai tempat menyusupnya lempeng samudra, busur cekungan sedimentasi terbentuk di busur muka maupun belakang dari busur Gunung api. Produk awal tumbukan lempeng di Pulau Jawa, menghasilkan busur Gunungapi tua berumur tersier atau kala oligo – miosen (18 – 27 juta tahun), dikenal dengan nama Formasi Andesit Tua "*Old Andesit Formation*" (Bemmelen, 1949). Cekungan sedimentasi yang terbentuk pada saat itu adalah cekungan-cekungan sedimentasi yang ada di busur belakang busur gunung api, yakni: busur Cekungan Kendeng atau Cekungan Serayu utara di Jawa bagian tengah. Pada kala miosen saat kompleks Gunungapi mulai tidak aktif, pada tubuh Gunungapi yang berada di laut dangkal di atasnya ditumbuhi terumbu karang, sedangkan yang berada di laut lepas di atasnya terendapkan batu gamping klastik berukuran pasir lempungan berselang-seling dengan *napal*, membentuk Formasi *Jonggrangan* (miosen awal) dan Formasi *Sentolo* berumur lebih muda, yaitu pada kala miosen awal – miosen akhir (Dolinger & de Ruiter, 1975).

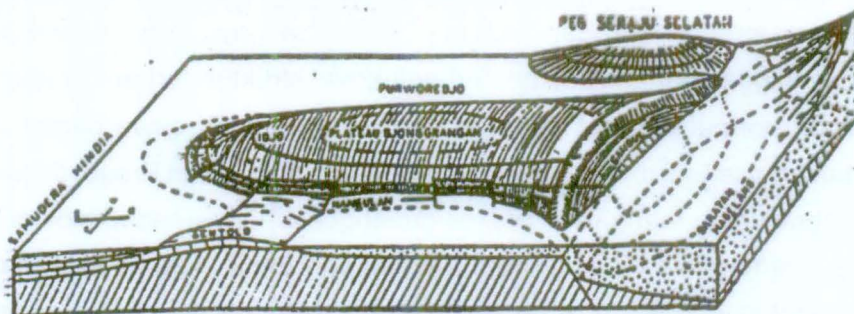
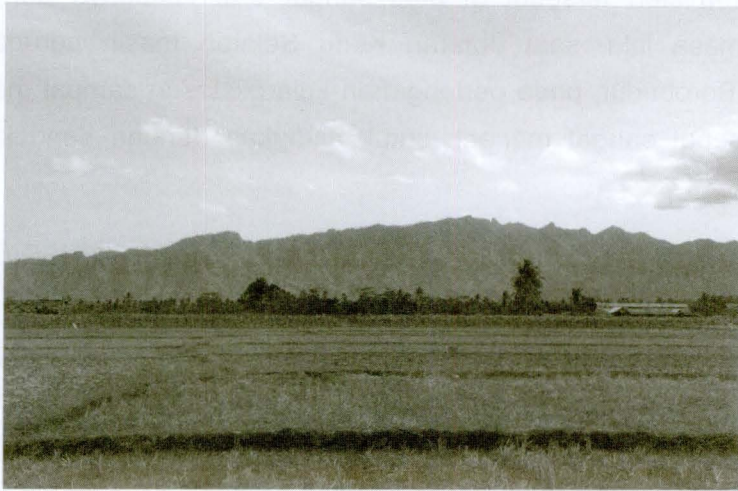


Diagram blok kubah Progo Barat (Bemmelen, 1949)



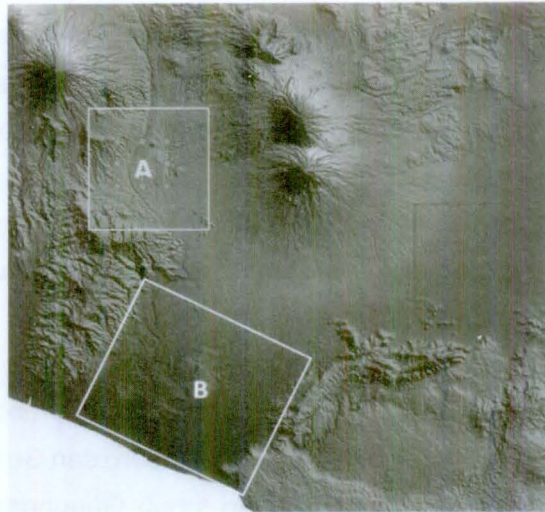
Dataran Kedu Selatan dengan Latar Belakang Tebing Curam
Akibat Sesar Menoreh yang memanjang sepanjang 20 km

Proses tumbukan lempeng tektonik yang terus berlangsung mengakibatkan peningkatan gaya kompresi secara berangsur. Akibatnya kompleks Gunungapi Kulon Progo beserta sedimen-sedimen *marine* yang terendapkan di atasnya, yakni Formasi *Jonggrangan* dan Formasi *Sentolo*, mengalami proses perlipatan, pengangkatan, dan persesaran yang diikuti oleh aktivitas magmatik menghasilkan Formasi Peniron, kemudian membentuk perbukitan lava di sekitar Kaliangkrik dan Salaman, Perbukitan Gendol dan Bukit Sari di tenggara Muntilan. Aktivitas magmatik tersebut mengintrusi batuan-batuan yang lebih tua seperti Formasi *Andesit Tua*, Formasi *Jonggrangan* dan Formasi *Sentolo*.

III. Cekungan Kuarter Borobudur

Setelah puncak gaya kompresi akibat proses tektonik lempeng terlampaui, maka pada awal zaman kuarter struktur sesar geser, sesar naik, kekar gerus maupun kekar tarikan yang terbentuk pada saat gaya kompresi berlangsung, akan mengalami proses perenggangan "*Release*". Akibatnya gaya gravitasi menjadi lebih berperan sehingga mengakibatkan terbentuknya struktur terban "*graben*" dan struktur sesar normal maupun sesar normal bertingkat. Di Jawa bagian tengah peristiwa tersebut terjadi di ujung bagian utara dari Kubah Kulon Progo, dimana blok di bagian utara kubah mengalami proses penenggelaman terhadap blok di bagian selatannya, membentuk dinding terjal memanjang timur – barat ± 20 km. Blok bagian utara yang tenggelam sebagian berada di bawah muka air laut, sedangkan

bagian puncak dari blok yang tenggelam muncul di atas permukaan air laut membentuk pulau-pulau terisolir. Seperti pulau-pulau Perbukitan Gendol, Sari, Pring dan Semenanjung Borobudur. Proses penenggelaman bagian utara dari struktur Kubah Kulon Progo atau Pegunungan Menoreh, pada kala plistosen bawah atau awal zaman kuarter, merupakan peristiwa awal terbentuknya cekungan kuarter Borobudur.



A : Cekungan Kuarter Borobudur, B : Terban Bantul, C : Cekungan Banyuasin

Proses penenggelaman juga terjadi di sisi timur Pegunungan Menoreh dan sisi barat Pegunungan Selatan. Proses tersebut membentuk struktur terban "Bantul Graben". Struktur Terban tersebut memisahkan Pegunungan Selatan dengan Pegunungan Menoreh. Pada sisi timur Pegunungan Menoreh dibatasi oleh sesar utama: Sesar Serang dan Sesar Progo, sisi barat dari Pegunungan Selatan dibatasi oleh Sesar Opak dan Sesar Oyo.

Terban Bantul pada kala plistosen tengah – plistosen akhir, berperan sebagai penghubung antara Cekungan Borobudur dengan Samudra Indonesia, sebagai pintu masuknya air laut menuju cekungan-cekungan kuarter di sebelah utara Pegunungan Menoreh dan Pegunungan Selatan "Cekungan Banyuasin", cekungan Banyuasin telah mengalami perubahan akibat proses pendangkalan dan penyempitan, karena cepatnya proses sedimentasi yang materialnya berasal dari endapan fluviovulkanik Merapi dan timbunan bahan organik berasal dari tanaman komunitas rawa. Cekungan kuarter Banyuasin sekarang meninggalkan jejak berupa

lingkungan rawa dikenal dengan Rawa Jombor di wilayah Kabupaten Klaten bagian selatan. Ke arah utara meskipun gunungapi muda, seperti Gunungapi Sumbing, Gunungapi Merbabu, dan Gunungapi Merapi belum muncul, Cekungan Borobudur hubungannya dengan Laut Jawa di beberapa tempat, terhalang oleh bukit-bukit atau Gunungapi yang sudah terbentuk pada kala Pliosen.

Pada pertengahan zaman kuartar, hubungan ke utara Cekungan Borobudur dengan Laut Jawa tertutup secara total akibat Cekungan Kendeng Serayu mengalami proses pelipatan, pengangkatan, pensesaran diikuti aktivitas magmatik. Proses tersebut masih berlangsung sampai sekarang, membentuk jalur Pegunungan Kendeng dan Pegunungan Kapur Utara. Aktivitas magmatik diawali dengan terbentuknya Bukit Tidar di Kota Magelang, Bukit Puser di sebelah utara Secang, Gunungapi Condong di daerah Windusari, Gunungapi Bibi di daerah Boyolali, baru kemudian diikuti oleh munculnya Gunungapi Andong, Gunungapi Gilipetung dan Gunungapi Telomoyo.

Di akhir zaman kuartar (plistosen akhir – resen) baru muncul Gunungapi muda dengan ukuran besar dan tinggi, bertipe strato vulkan, seperti: Gunungapi Merbabu, Gunungapi Sumbing, Gunungapi Sindoro dan Gunungapi Merapi.

Seiring dengan laju pertumbuhan tubuh Gunungapi muda yang semakin tinggi, besar dan luas, Cekungan Borobudur menjadi semakin sempit dan dangkal. Bukti aktivitas Gunungapi Merapi purba yang meninggalkan jejak Bukit Plawangan dan Bukit Turgo pada 40.000-20.000 tahun yang lalu (Berthommier, 1990). Penulis menginterpretasikan produk letusannya sebagian besar terendapkan di lereng selatan dan barat daya. Produk letusan pada periode tersebut, kemudian akan terbawa oleh aliran sungai sebagai endapan fluvio vulkanik maupun endapan lahar dingin, kemudian terendapkan di bagian tenggara Cekungan Borobudur, juga terendapkan sangat tebal menutup terban Bantul “Bantul Graben”.

Peristiwa letusan Gunungapi Merapi purba pada periode 40-20 ribu tahun lalu mengakibatkan hubungan Cekungan Borobudur dengan Samudera Indonesia menjadi “tertutup”, akibatnya terjadi perubahan lingkungan di Cekungan Borobudur dari lingkungan *lagon* menjadi lingkungan danau di penghujung kala plistosen ± 22.000 tahun lalu (Murwanto, dkk, 2001). Lingkungan danau yang terbentuk sejak 22 ribu tahun lalu, meninggalkan jejak berupa endapan batu lempung berwarna hitam kecoklatan, mengandung karbon organik tinggi. Batu lempung hitam tersebut di dalamnya terkandung serbuk sari dari tanaman-tanaman komunitas air.

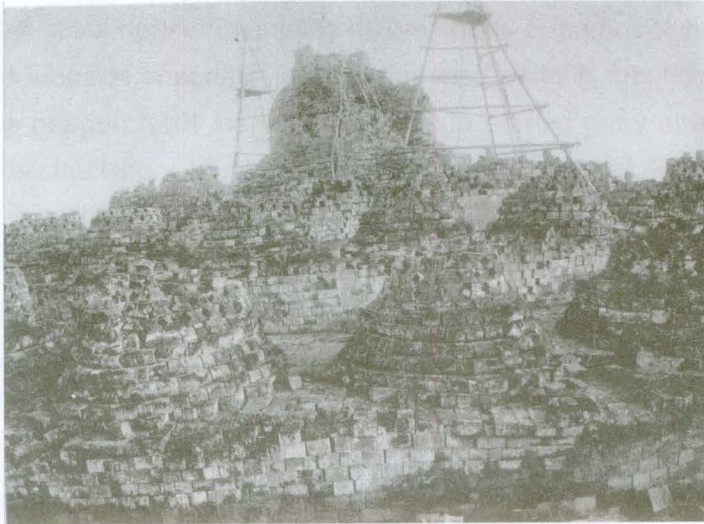
Panorama berupa danau dan alam sekitarnya yang sangat indah, menjadikan bukit Borobudur dipilih sebagai lokasi dibangunnya candi budha terbesar di dunia sekitar tahun 800 Masehi (Soekmono, 1986). Pemilihan lokasi bangunan candi didukung *landscape* yang sangat indah dan suasana alam sekitar yang tenang, menjadikan Candi Borobudur merupakan tempat ideal untuk belajar mengenal dan memperdalam kehidupan berdasarkan ajaran budha.

Suasana tenang dan keindahan alam di sekitar Candi Borobudur hanya dapat dinikmati 2 sampai 3 abad setelah selesai dibangun karena pada waktu itu cekungan Borobudur dilanda bencana geologi. Bencana tersebut berupa letusan gunungapi muda yang berada di sekitar cekungan. Kuat dugaan sebelum terjadi letusan, didahului oleh bencana gempa tektonik yang sangat kuat sehingga memicu terjadinya letusan beruntun Gunungapi Sumbing, Gunungapi Merapi dan Gunungapi Sindoro. Sebagian besar material hasil letusannya, baik yang primer berupa hujan abu-lapili 'tepra', maupun yang bersifat sekunder berupa banjir lahar dingin, terendapkan di Cekungan Borobudur. Akibat dari bencana tersebut, lingkungan danau yang terbentuk di Cekungan Borobudur lambat laun menjadi kering karena tertimbun oleh material hasil letusan gunungapi muda yang tebalnya mencapai 8-12 meter. Peristiwa gempa dahsyat yang memicu terjadinya letusan beberapa gunungapi muda di abad ke-11 sampai abad ke-13 merubah Cekungan Borobudur menjadi bentuk lahan dataran yang disebut dengan Dataran Kedu Selatan. Dataran Kedu Selatan sekarang telah berkembang menjadi pusat pemerintahan Kabupaten Magelang dan pusat perkotaan Borobudur dengan berbagai sarana dan prasarana pendukungnya, bahkan saat baru diusulkan sebagai Kawasan Strategis Nasional.

Dari tinjauan geologis tersebut di atas, sejarah terbentuknya dataran Kedu Selatan yang diawali dari terbentuknya cekungan sedimentasi kuartir Borobudur dimana proses geologi yang berperan adalah proses tektonik dan proses vulkanik. Sepanjang sejarah perkembangannya, Cekungan Borobudur diawali dari lingkungan *marin* "lagoon" pada kala plistosen tengah hingga pertengahan plistosen akhir, kemudian di akhiri dengan lingkungan danau-rawa sampai akhir abad ke-13. Sejarah geologi ini diharapkan dapat membantu memberikan pemahaman kepada masyarakat mengenai peristiwa-peristiwa alam yang telah terjadi di wilayah Kedu Selatan, yaitu tentang terdapatnya simpanan air asin di bawah tanah "*connate water*" yang erat hubungannya dengan lingkungan

pengendapan *marine* di Cekungan Borobudur masa lalu serta keberadaan lingkungan danau di sekitar Bukit Borobudur pada akhir kala plistosen sampai akhir abad ke-13.

Peristiwa gempa tektonik kuat yang merusak situs-situs candi hindu dan candi budha kemudian disusul letusan Gunungapi Sumbing, Gunungapi Sindoro dan Gunungapi Merapi mengakibatkan tertimbunnya beberapa situs dan berubahnya lingkungan danau menjadi bentuk-lahan Dataran Kedu Selatan.



Kerusakan Bangunan Candi Borodudur yang Diprediksi Sebagai Akibat Gempa Tektonik

Daftar Pustaka

- Bemmelen, R.W. van, 1949, *The Geology of Indonesia : General Geology of Indonesia and Adjacent Archipelagoes*, vol. IA, Government Printing Office, Martinus Nijhoff, The Hague, 732.
- Bemmelen, R.W. van, 1952, *De Geologische Geschiedenis Van Indonesie* NV Uitgeverij, W.P. Van Stockum Enzoon Den Haag, 67-68.
- Cammus, G., Gourgard, A., Mossand Berthommier, P.C., Vincent, P.M., 2000, *Merapi (Central Java, Indonesia) : An outline of the structural and magmatological evolution, with a special emphasis the major pyroclastic events*. Journal of Volcanology and Geothermal Research 100 (2000) 139-163.
- Mark, P. 1957. "*Stratigraphic Lexicon of Indonesia*". Republik Indonesia Kementerian Perekonomian Pusat Djawatan geologi Bandung, Publikasi Keilmuan No 31. Seri Geologi
- Murwanto, H. 1996. *Pengaruh Aktivitas Gunungapi Kuartar Terhadap Perubahan Lingkungan Danau di Daerah Borobudur dan sekitarnya*, Jawa Tengah.
- Notohadiprawiro, T. 1986. *Tanah Estuarin, Watak, Sifat, Kelakuan dan Kesuburannya*. Hal 27. Penerbit Ghalia Jakarta.
- Simandjuntak, T.O dan Barber, A. J. 1996. *Contrasting Tectonic styles in the Neogene Orogenic Belts of Indonesia*. R and D Blundell (eds). *Tectonic evolution of Southeast Asia*. Geol Soc Spec. Publ. Pg106
- Sukmono. 1986. *Candi Borobudur*. PT Dunia Pustaka Jaya

SEJARAH ERUPSI GUNUNG MERAPI DAN DAMPAKNYA TERHADAP KAWASAN BOROBUDUR

Drs. Subandriyo, M.Si



Sinopsis

Erupsi Gunung Merapi 2010 merupakan erupsi besar dengan indeks letusan VEI 4 dan bersifat eksplosif dengan mengeluarkan material lebih dari 100 juta M^3 . Material tersebut tersebar di sektor selatan dominan berupa endapan aliran awan panas (piroklastik), sedangkan di sekor barat dominan berupa material jatuhan (tefra). Candi Borobudur yang berjarak 27 km dari Merapi hanya terkena dampak abu vulkanik dengan ketebalan kurang dari 5 cm.

Berdasarkan kajian sejarah, beberapa kali letusan besar yang pernah terjadi di Gunung Merapi, Candi Borobudur tidak pernah terdampak langsung oleh awan panas. Erupsi Gunung Merapi 2010 dapat memberi gambaran tentang proses dan mekanisme serta dampaknya terhadap tata kehidupan di sekitarnya, sehingga bisa memberi inspirasi untuk menggali kembali sejarah Candi Borobudur secara lebih dalam dan lengkap.

I. Pendahuluan

Sejarah merupakan bagian penting dalam kehidupan manusia. Sejarah tidak hanya mencatat perilaku kehidupan manusia di masa lalu saja, tetapi mencakup interaksi antara manusia dengan lingkungan alam sekitarnya. Banyak contoh peristiwa alam yang akhirnya mengubah arah sejarah kehidupan manusia. Oleh sebab itu tidak salah bila para ahli geologi mengatakan "*the past key to the present and future*". Dengan mempelajari segala informasi yang terekam di dalam pelapisan bebatuan di alam, maka peristiwa masa lalu yang mungkin terjadi dapat diinterpretasi.

Salah satu peristiwa alam terpenting di bumi adalah proses vulkanisme yaitu serangkaian proses yang berkaitan dengan keluarnya magma ke permukaan bumi. Lingkungan sekitar Gunungapi dimana proses vulkanisme terjadi, pada umumnya merupakan daerah yang subur dengan sumberdaya alam melimpah sehingga budaya dan peradaban manusia berkembang. Di lingkungan Gunungapi terjadi interaksi yang saling mempengaruhi. Perkembangan peradaban di Jawa juga tidak bisa terlepas dari pengaruh aktivitas vulkanik, karena awal perkembangan peradaban Jawa sekitar abad ke-8 tidak jauh dari gunung api.

Sejarah Gunung Merapi mempunyai catatan yang paling lengkap di antara Gunungapi lain di Indonesia. Hal ini tidak terlepas dari perkembangan lingkungan budaya dan peradaban di sekitarnya, dimana Merapi pernah menjadi pusat

peradaban Jawa sejak abad ke-8 yang dibuktikan oleh candi-candi peninggalan yang bisa disaksikan hingga kini seperti Candi Borobudur, Candi Prambanan, Candi Sambisari dan sebagainya. Pada masa itu, dimana candi-candi tersebut sedang dibangun, aktivitas Gunung Merapi juga tinggi. Aktivitas erupsi Gunung Merapi paling intensif terjadi pada abad ke-12 sampai dengan abad ke-14. Tetapi tidak ada cukup bukti tertulis yang menjelaskan rangkaian sejarah erupsi tersebut. Oleh sebab itu, aktivitas Gunung Merapi menjadi kajian yang menarik, terutama yang berkaitan dengan dinamika perkembangan budaya dan peradaban Jawa. Dengan kata lain bisa dinyatakan erupsi Merapi sebagai penanda jaman.

II. Sejarah Geologi

Hasil penelitian stratigrafi menunjukkan sejarah terbentuknya Merapi sangat kompleks. Wirakusumah (1989) membagi Geologi Merapi menjadi 2 kelompok besar yaitu Merapi Muda dan Merapi Tua. Penelitian selanjutnya (Berthomier, 1990; Newhall & Bronto, 1995; Newhall et.al, 2000) menemukan unit-unit stratigrafi di Merapi yang semakin detail. Menurut Berthommier (1990) sejarah Gunung Merapi dapat dibagi menjadi 4 periode :

- **PRAMERAPI (+ 400.000 tahun lalu)**

Periode ini menyisakan Gunung Bibi dengan magma andesit-basaltik berumur \pm 700.000 tahun terletak 2,5 km di lereng timur Merapi termasuk Kabupaten Boyolali. Batuan Gunung Bibi bersifat andesit-basaltik namun tidak mengandung orthopyroxen.

- **MERAPI TUA (60.000 - 8000 tahun lalu)**

Pada masa ini mulai lahir yang dikenal sebagai Gunung Merapi yang merupakan fase awal dari pembentukannya dengan kerucut belum sempurna. Ekstrusi awalnya berupa lava basaltik yang membentuk Gunung Turgo dan Plawangan berumur sekitar 40.000 tahun. Produk aktivitasnya terdiri dari batuan dengan komposisi andesit basaltic dari awan panas, breksiasi lava dan lahar.

- **MERAPI PERTENGAHAN (8000 - 2000 tahun lalu)**

Terjadi beberapa lelehan lava andesitik yang menyusun bukit Batulawang dan Gajah Mungkur, yang saat ini nampak di lereng utara Merapi. Batuannya terdiri

dari aliran lava, breksiasi lava dan awan panas. Aktivitas Merapi dicirikan dengan letusan efusif (lelehan) dan eksplosif. Diperkirakan pernah terjadi letusan eksplosif dengan "*debris-avalanche*" ke arah barat yang meninggalkan morfologi tapal-kuda dengan panjang 7 km, lebar 1-2 km dengan beberapa bukit di lereng barat. Pada periode ini terbentuk Kawah Pasarbubar.

- **MERAPI BARU (2000 tahun lalu - sekarang)**

Dalam kawah Pasarbubar terbentuk kerucut puncak Merapi yang saat ini disebut sebagai Gunung Anyar yang saat ini menjadi pusat aktivitas Merapi. Batuan dasar dari Merapi diperkirakan berumur Merapi Tua. Sedangkan Merapi yang sekarang ini berumur sekitar 2000 tahun. Letusan besar dari Merapi terjadi di masa lalu yang dalam sebaran materialnya di dasar Candi Sambisari yang terletak ± 23 km selatan dari Merapi. Studi stratigrafi yang dilakukan oleh Andreastuti (1999) telah menunjukkan bahwa beberapa letusan besar, dengan indek letusan (VEI) sekitar 4, tipe Plinian, telah terjadi di masa lalu.

III. Erupsi Gunung Merapi

1. Tipologi Erupsi

Telah banyak kajian tentang tipologi erupsi Gunung Merapi. Berdasarkan kejadian erupsi yang pernah terjadi, tipe erupsi Merapi ternyata bervariasi sehingga tidak bisa diklasifikasikan ke dalam satu tipe erupsi saja. Berdasarkan keragaman erupsi yang pernah terjadi, Hartmann membuat klasifikasi erupsi Merapi menjadi 4 tipe yaitu tipe A, tipe B, tipe C dan tipe D. Berturut-turut berkaitan dengan kualitas letusan yang makin besar, dimana kualitas letusan ditentukan oleh kandungan gas di dalam magma meskipun dijelaskan secara kuantitatif. Para ahli Gunungapimenyusun kriteria besaran letusan secara lebih kuantitatif berdasarkan jumlah material dikeluarkan dan ketinggian kolom letusan yang dinamakan VEI (*Volcano Explosivity Index*) dengan skala 0 – 8 (lihat Tabel berikut ini).

Tabel Ekuivalensi indeks letusan dengan tinggi kolom dan volume material (USGS)

VEI	Tinggi Kolom	Volume	Tipe erupsi	Contoh Letusan
0	< 100 m	1000-an m ³	Hawaiian	Kilauea
1	100-1000 m	10.000-an m ³	Strombolian	Stromboli
2	1-5 km	1.000.000-an m ³	Vulcanian	Galeras (1992)
3	3-15 km	10.000.000-an m ³	Vulcanian	Merapi (2006)
4	10-25 km	100.000.000-an m ³	Plinian	Galunggung (1982)
5	>25 km	1-an km ³	Plinian	St.Helens (1980)
6	>25 km	10-an km ³	Ultra-Plinian	Krakatau (1883)
7	>25 km	100-an km ³	Ultra-Plinian	Tambora (1815)
8	>25 km	1000-an km ³	Ultra-Plinian	Toba (74 ribu tahun yll)

Tipe erupsi Gunung Merapi dapat dikategorikan sebagai tipe Vulkanian lemah. Tipe lain seperti Plinian merupakan tipe vulkanian dengan daya letusan yang sangat kuat. Erupsi Merapi pada umumnya tidak eksplosif dengan membentuk aliran piroklastik akibat longsornya kubah lava aktif yang terbentuk selama proses erupsi, yang biasa disebut awan panas guguran. Tetapi sesekali terjadi, terjadi erupsi eksplosif tanpa diawali oleh pembentukan kubah lava dan menghasilkan awan panas letusan seperti yang terjadi pada tahun 1872 dan 2010.

2. Statistik Erupsi

Merapi termasuk Gunungapi yang paling sering meletus. Memasuki abad 16 kegiatan Merapi mulai tercatat cukup baik. Pada masa ini terlihat bahwa waktu istirahat terpanjang pernah dicapai selama 71 tahun ketika jeda antara tahun 1587 sampai dengan tahun 1658. Kemudian sejarah letusan Gunung Merapi mulai tercatat cukup baik sejak tahun 1768. Namun demikian sejarah letusan yang lebih rinci dan kronologis baru dimulai pada akhir abad ke-19.

Pada periode 3000 – 250 tahun yang lalu tercatat lebih kurang 33 kali letusan, dimana 7 diantaranya merupakan letusan besar. Data tersebut menunjukkan bahwa letusan besar terjadi sekali dalam 150-500 tahun (Andreastuti dkk, 2000).

Pada periode Merapi modern telah terjadi beberapa kali letusan besar yaitu

abad ke-19 (tahun 1822, 1849, 1872) dan abad ke-20 yaitu 1930-1931. Erupsi abad ke-19 jauh lebih besar dari letusan abad ke-20, dimana awan panas mencapai 20 km dari puncak. Aktivitas Merapi pada abad ke-20 terjadi minimal 28 kali letusan, dimana letusan terbesar terjadi pada tahun 1931.

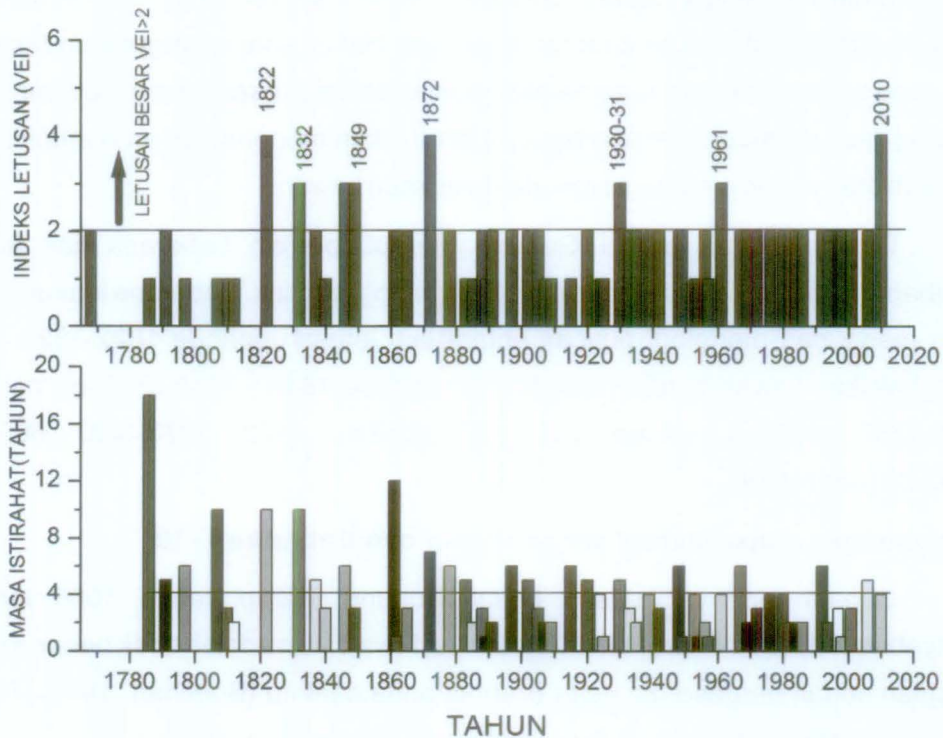
Sampai tahun 2010, sudah tercatat 84 kali kejadian. Selang waktu letusan berkisar antara 1 – 18 tahun, dengan rata-rata 4 tahun. Apabila dikaitkan dengan indeks letusannya terjadi bisa dibuat kriteria sebagai berikut :

Letusan dengan VEI 1-2, rata-rata terjadi setiap 4 tahun

Letusan dengan VEI 3, berpeluang terjadi setiap 10 – 30 tahun

Letusan dengan VEI 4, berpeluang terjadi setiap 100 – 200 tahun

Letusan dengan VEI 5, berpeluang terjadi setiap 250 – 500 tahun



Statistik erupsi Gunung Merapi antara 1768 – 2010. Gambar atas grafik indeks letusan VEI terhadap waktu, sedangkan gambar bawah grafik selang waktu erupsi terhadap tahun kejadian, dimana selang waktu rata-rata

3. Arah Letusan

Arah erupsi Gunung Merapi, baik yang kecil (normal) maupun besar yang bersifat eksplosif, mempunyai arah dominan ke sektor tertentu. Erupsi Merapi yang normal biasanya diawali dengan pertumbuhan kubah lava yang kemudian longsor membentuk awan panas guguran. Dalam kasus ini, arah bukaan kawah sangat menentukan arah utama awan panas. Dalam perkembangannya, kawah utama akan tertutupi oleh sisa-sisa kubah lava dari beberapa kali erupsi. Apabila sudah relatif penuh, erupsi berikutnya akan menjebol kubah lava lama sehingga ada kemungkinan terjadi perubahan arah erupsi.

Erupsi Gunung Merapi, normalnya diawali oleh pemunculan kubah lava dan diakhiri pertumbuhan kubah lava baru, setelah erupsi mencapai puncaknya. Pertumbuhan kubah lava selalu mencari zona-zona lemah yang dapat berupa celah antara lava lama dan lava sebelumnya dalam kawah aktif. Munculnya kubah ini dapat diawali dengan letusan vulkanian kecil ataupun hanya mendesak lava lama hingga menghasilkan guguran lava pijar. Hal ini sangat tergantung tekanan gas yang terbentuk ketika magma akan keluar dalam proses erupsi. Letusan awal ini yang akan membongkar sumbat lava lama, akan menentukan arah erupsi, bisa berubah atau masih mengikuti arah utama bukaan kawah.

Dalam sejarah erupsi Gunung Merapi, pernah beberapa kali terjadi perubahan arah erupsi akibat perubahan morfologi puncak. Beberapa letusan yang telah mengubah morfologi puncak antara lain letusan periode 1822-1823 yang menghasilkan kawah berdiameter 600 m, periode 1846 - 1848 (200 m), periode 1849 (250 - 400 m), periode 1865 - 1871 (250 m), 1872 - 1873 (480 - 600 m), 1930/1931 dan 2006.

IV. Hubungan erupsi Merapi dengan candi-candi abad ke 8 - 10

Dugaan adanya letusan besar Gunung Merapi tahun 1006 hingga menyebabkan migrasi kerajaan Mataram ke Jawa Timur adalah tidak benar, sebab kerajaan sudah bergeser ke delta Brantas pada saat itu (Boechari, 1976). Tetapi apakah perpindahan itu disebabkan oleh erupsi Merapi sebelumnya?

Tidak bisa dipungkiri bahwa adanya hubungan kuat antara erupsi Merapi dengan keberadaan candi-candi di sekitarnya dan tentu dengan kehidupan masyarakat pada saat itu. Berdasarkan prasasti yang ditemukan menunjukkan

awal peradaban Hindu-Budha di Jawa Tengah dimulai sejak tahun 732 hingga tahun 928 M (Miksic, 1990). Candi-candi utama dibangun sampai tahun 856 M (Dumarcay, 1978). Candi Borobudur, pada awal pembangunannya antara tahun 760 – 770 M adalah merupakan bangunan Hindu Jawa dirancang dengan maksud yang belum jelas (Miksic, 1990). Apakah perubahan ke tema Budha pada tahun 780 M sebagai respon terhadap perubahan kekuasaan politik dari dinasti Sanjaya Hindu di Jawa Tengah utara ke Wangsa Syailendra (Budha) di Jawa Tengan selatan? atau apakah perubahan peta kekuatan pollitik tersebut akibat erupsi Merapi yang materialnya mengisi danau Borobudur?

Kekuasaan politik dipegang oleh Wangsa Syailendra antara tahun 780 – 832 M, dan kemudian dilanjutkan anak keturunan antara Wangsa Syailendra dan Wangsa Sanjaya sampai tahun 850 M. Pada masa inilah pembangunan Candi Borobudur diselesaikan dengan sedikit perubahan gaya. Selanjutnya pembangunan Candi Prambanan dan Sambisari, berlangsung pada tahun 856 M, bercorak Hindu. Pada akhir abad ke-9, pembangunan candi-candi di sekitar Merapi berhenti. Tidak jelas penyebabnya, apakah masalah, tenaga atau aktivitas erupsi Gunung Merapi.

Sebelum tahun 928 M, lebih dari 100 tulisan dalam batu (prasasti) dan tembaga dalam bahasa Sansekerta dan Jawa Kuno menjelaskan rinci tentang raja-raja lokal, perpajakan dan pengalihan harta kekayaan (de Casparis, 1950, 1988, Sarkar, 1971-1972). Letusan Gunungapinampaknya sudah menjadi hal biasa di dalam kosmologi Jawa. Permohonan kepada Roh (penguasa) Merapi dan dan beberapa Gunungapisudah menjadi kebiasaan dalam berdoa bagi penganut Budha dan Hindu. Bahkan hingga saat ini, tradisi ini belum hilang sepenuhnya dan menjadi bagian integral dari budaya Jawa.

Sebaliknya, selama periode dari 928 Masehi hingga abad ke-15, hanya ditemukan sebuah peninggalan tulisan di wilayah Jawa Tengah (Fontein, 1990). Tetapi jelas bahwa ada perpindahan Empu Sindhok ke Jawa Timur dan berkuasa hingga tahun 947 M (de Caparis, 1988). Alasan perpindahan ke Jawa Timur hingga saat ini masih menjadi teka-teki para ahli arkeologi dan sejarah sampai beberapa dekade (Dumarcay, 1986)

Dilihat dari situs arkeologi sekitar Merapi, ternyata masyarakat masih berada

di Jawa Tengah setelah tahun 928 M, tetapi sistem pemerintahan berubah dari terpusat menjadi pemerintah lokal (de Casparis, 1950). Berdasarkan temuan tembikar abad ke-10 dan ke-11 yang ditemukan di Jawa Tengah, menunjukkan bahwa di lokasi tersebut dikuasai secara menerus hingga periode tersebut. Bahkan Candi Sambisari tidak terpendam sampai abad ke 15, hingga kedatangan Islam di Jawa Tengah.

V. Informasi Stratigrafi

Data endapan dan *radiocarbon* menunjukkan bahwa letusan eksplosif Merapi memberikan dampak luas pada pembangunan candi-candi, baik sebelum, pada saat, maupun sesudahnya (Newhall, 2000). Hasil kajian stratigrafi di sekitar candi menunjukkan pada umumnya candi-candi di sekitar Merapi tertutup oleh endapan lahar dan sebagian juga ditemukan lapisan bahan jatuhan (tefra).

Pada jarak 10 km dari puncak ke arah barat laut, paling tidak ditemukan 3 candi yang terkubur oleh endapan Merapi baru. Candi Lumbung terkubur 6-7 m tefra, endapan awan panas dan lahar. Berdasarkan *carbon dating*, endapan bawah terjadi setelah tahun 650 M, sedangkan endapan bagian atas terjadi setelah tahun 1500 M. Dasar Candi Pendem ditemukan endapan setebal 3 m, tersusun atas material bom vulkanik, yang menunjukkan berasal dari letusan yang eksplosif yang diperkirakan terjadi antara tahun 994 – 1186 M, atau sekitar 1 – 2 abad setelah selesai dibangun.

Di lereng barat Merapi, ketebalan endapan abu di Borobudur masih meragukan. Laporan dari tim ekspedisi restorasi Borobudur mengatakan bahwa endapannya terdiri dari vulkanik debris dan soil. Moendardjito (1982) menyatakan bahwa hanya beberapa sentimeter saja lapisan abu yang menutup Candi Borobudur.

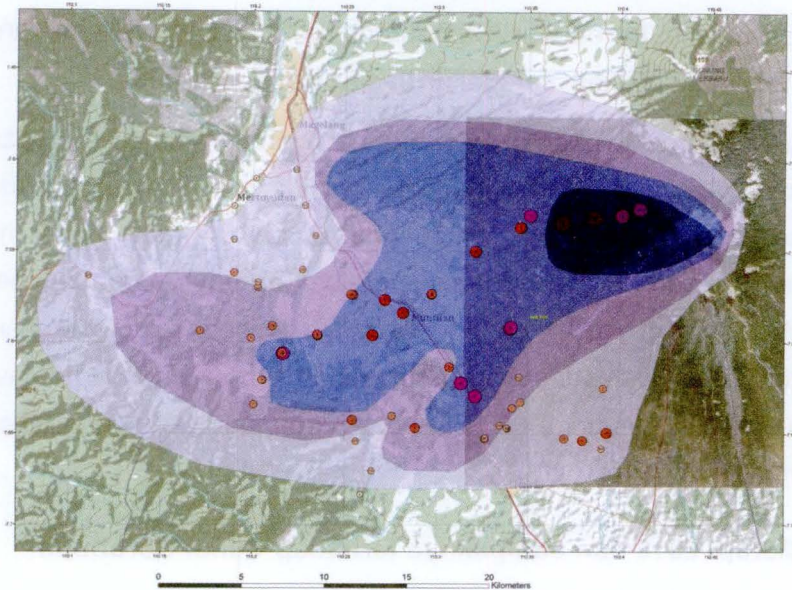
Danau Borobudur diperkirakan masih ada atau terbentuk kembali pada abad ke 12-13. Danau ini mengelilingi candi yang dibangun di atas bukit menjulang 15 m dari sekitarnya (Sampurno, 1969). Danau tersebut terisi air dalam beberapa tahun dan sedimennya terbentuk sekitar abad ke 13-14. Berdasarkan uji *soil* hasil eskavasi, dinyatakan bahwa tidak ada bukti adanya rawa didekatnya selama atau sejak awal dibangun, tetapi sedimen dan fragmen kayu yang ditemukan membuktikan adanya danau atau rawa (Thanikaimoni, 1983). Bukti adanya serbuk

sari pada bekas danau purba, tidak terdapat pada pasir dan tanah yang digunakan sebagai fondasi Candi Borobudur (Sampurno, 1969). Hal ini dikarenakan tanah di sekitar bukit Borobudur bukan merupakan bagian dari danau purba.

Berdasarkan penjelasan di atas, ada bukti stratigrafi bahwa erupsi Gunung Merapi mempunyai dampak hingga mencapai wilayah candi-candi yang ada, hingga radius 20 km bahkan 30 km, walaupun bukan satu letusan besar melainkan beberapa kali letusan. Erupsi Merapi jelas berpengaruh terhadap pelemahan peradaban Mataram di Jawa Tengah. Kejadian bencana akibat erupsi Gunung Merapi kemungkinan menjadi sebab perpindahan Empu Sindhok ke Jawa Timur, meskipun bukan pada tahun 1006 M sebagaimana hipoteses yang dikemukakan oleh van Bemmelen.

VI. Erupsi Merapi 2010 dan dampaknya terhadap Candi Borobudur

Erupsi Gunung Merapi 2010, merupakan erupsi besar pertama setelah 80 tahun sejak erupsi besar tahun 1930 atau 1931 (VEI 3) tidak terjadi erupsi besar. Secara kronologis, erupsi diawali oleh letusan vulkanian dan menghasilkan semburan awan panas (*directed blast*) pada 26 Oktober 2010, pukul 17.02 WIB yang mengarah ke sektor selatan antara Kali Kuning dan Kali Gendol sejauh 8 km. Awan panas pertama ini menyapu Dusun Kinahrejo dan sekitarnya yang membawa korban tokoh terkenal, Juru Kunci Merapi Mbah Marijan dan 25 orang di sekitarnya. Setelah itu aktivitas erupsi sedikit mereda, tetapi suara gemuruh masih terus berlangsung. Aktivitas erupsi meningkat kembali pada tanggal 29 Oktober 2010. Erupsi tersebut menghasilkan awan panas yang makin membesar hingga mencapai puncaknya pada 5 Nopember 2010. Erupsi Merapi 2010 bersifat eksplosif membentuk kolom letusan setinggi 10 km dari puncak. Sedangkan awan panas (aliran piroklastik) yang utama mengarah ke Kali Gendol (tenggara) sejauh 15 km dari puncak. Bila dilihat pola kronologi erupsinya, lebih mirip dengan erupsi Merapi yang terjadi pada tahun 1872 dimana letusan awal terjadi pada 15 April 1872 kemudian reda selama 2 hari, baru pada 17 – 20 April 1872 terjadi letusan utamanya. Kawah yang terbentuk antara kedua letusan tersebut hampir sama dengan diameter antara 480-600 m.



Peta Isopach erupsi Gunung Merapi 2010 yang menunjukkan ketebalan tefra. Mulai warna biru tua - biru terang berturut turut mempunyai ketebalan 5,5 cm, 3,5 cm, 1,5 cm dan 0,5 cm. Volume tefra sebesar 15 juta m³ (Pallister, 2011)

Erupsi Gunung Merapi menghasilkan endapan piroklastik yang berasal dari bahan jatuhan (tefra) dan aliran piroklastik (awan panas). Pada umumnya, erupsi Gunung Merapi lebih dominan berasal dari aliran piroklastik yang lebih dikenal sebagai awan panas guguran. Akan tetapi dalam kasus letusan eksplosif, seperti yang terjadi pada tahun 2010 ini, bahan tefra yang dihasilkan cukup besar. Berdasarkan hasil pemetaan isopach (Gambar 3), volume tefra yang dihasilkan mencapai 15 juta M³. Sementara itu, hasil estimasi ini berdasarkan nilai paparan emisi gas SO₂ di atmosfer dari citra satelit OMNI, total produk material hasil erupsi tahun 2010 mencapai 110 juta m³. Jadi sisa material sebesar 95 juta m³ berupa endapan awan panas yang mengalir ke sungai-sungai utama Gunung Merapi meliputi Kali Woro, Gendol, Kuning, Boyong, Krasak, Putih, Blongkeng, serta Kali Senowo, Trising, Apu dimana ketiga sungai yang terakhir ini bergabung di hilir menjadi Kali Pabelan. Arah awan panas dominan ke Kali Gendol dengan jumlah material mencapai 30 juta m³, terpapar hingga sejauh 15 km dari puncak.

Material jatuhan (tefra) yang dominan tersebar ke sektor barat, bersifat lepas dengan kandungan abu relatif tinggi sehingga mudah tererosi oleh air hujan

kemudian membentuk aliran lahar. Itulah mengapa paska erupsi 2010, bencana lahar dominan di sektor barat, khususnya di alur Kali Putih dan Kali Apu. Kedua alur sungai ini akan menyatu di Kali Progo.

Berdasarkan peta isopach di atas, Candi Borobudur yang berjarak lebih dari 27 km dari puncak Merapi, hanya terkena oleh hujan abu dengan ketebalan 3-5 cm. Erupsi Merapi 2010 mempunyai indeks letusan VEI 4, merupakan salah satu letusan terbesar yang tercatat dalam sejarah selain letusan tahun 1822 dan 1872. Berdasarkan kajian ancaman, bahwa letusan besar Gunung Merapi dengan indeks letusan VEI 3-4 hanya berdampak hujan abu vulkanik di sekitar Candi Borobudur. Hasil survei stratigrafi endapan di sekitar Candi Borobudur, tidak ditemukan endapan awan panas. Artinya bahwa lingkungan Candi Borobudur sejak dibangun pada abad ke-8 tidak pernah terkena dampak awan panas secara langsung oleh erupsi Gunung Merapi.

Paska erupsi 2010, ancaman bencana yang dominan sektor barat Gunung Merapi adalah banjir lahar yang terjadi di alur Kali Putih dan Kali Pabelan yang merupakan gabungan dari tiga sungai yaitu Kali Senowo, Kali Trising dan Kali Apu. Semua sungai utama di sektor barat seperti Kali Krasak, Kali Putih dan Kali Pabelan akan bermuara ke Kali Progo dimana hulunya dekat dengan Candi Borobudur. Melihat masifnya endapan lahar yang volumenya mencapai puluhan juta meter kubik dalam satu kali letusan, sangat mungkin endapan sedimen lahar secara kumulatif dari berkali-kali erupsi akan memenuhi alur Kali Progo. Disamping itu arah alur Kali Progo dari utara-selatan relatif tegak lurus dengan sungai-sungai yang berhulu di Gunung Merapi dengan arah timur-barat, akan mengurangi laju aliran utama Kali Progo yang membawa sedimen lahar menuju laut selatan. Fenomena ini memperkuat hipotesis terbentuknya rawa di sekitar Candi Borobudur yang terjadi pada periode abad ke 12 - 14.

VII. Penutup

Berdasarkan sejarah geologi Gunung Merapi, letusan besar dengan indeks letusan VEI 5 pernah terjadi pada prasejarah yaitu periode Merapi Pertengahan (8000 – 2000 tahun yang lalu), dimana peradaban Jawa belum berkembang. Pada periode Merapi Baru (sejak 2000 tahun yang lalu), peradaban Jawa mulai berkembang. Ada interaksi yang jelas antara aktivitas Gunung Merapi dengan

dinamika perkembangan peradaban di sekitarnya, baik dari aspek filosofi budaya yang berkembang saat itu maupun aspek ancaman bencananya.

Erupsi Gunung Merapi 2010 yang merupakan erupsi besar dan eksplosif dengan indeks letusan VEI 4 bisa digunakan sebagai refleksi untuk melihat mekanisme dampak erupsi Merapi terhadap Candi Borobudur yang terjadi pada masa lalu. Erupsi Merapi dengan indeks letusan VEI 4, awan panas kemungkinan besar tidak akan menjangkau kawasan Borobudur. Pada erupsi Gunung Merapi 2010, Candi Borobudur hanya terpapar hujan abu dengan ketebalan 3–5 cm.

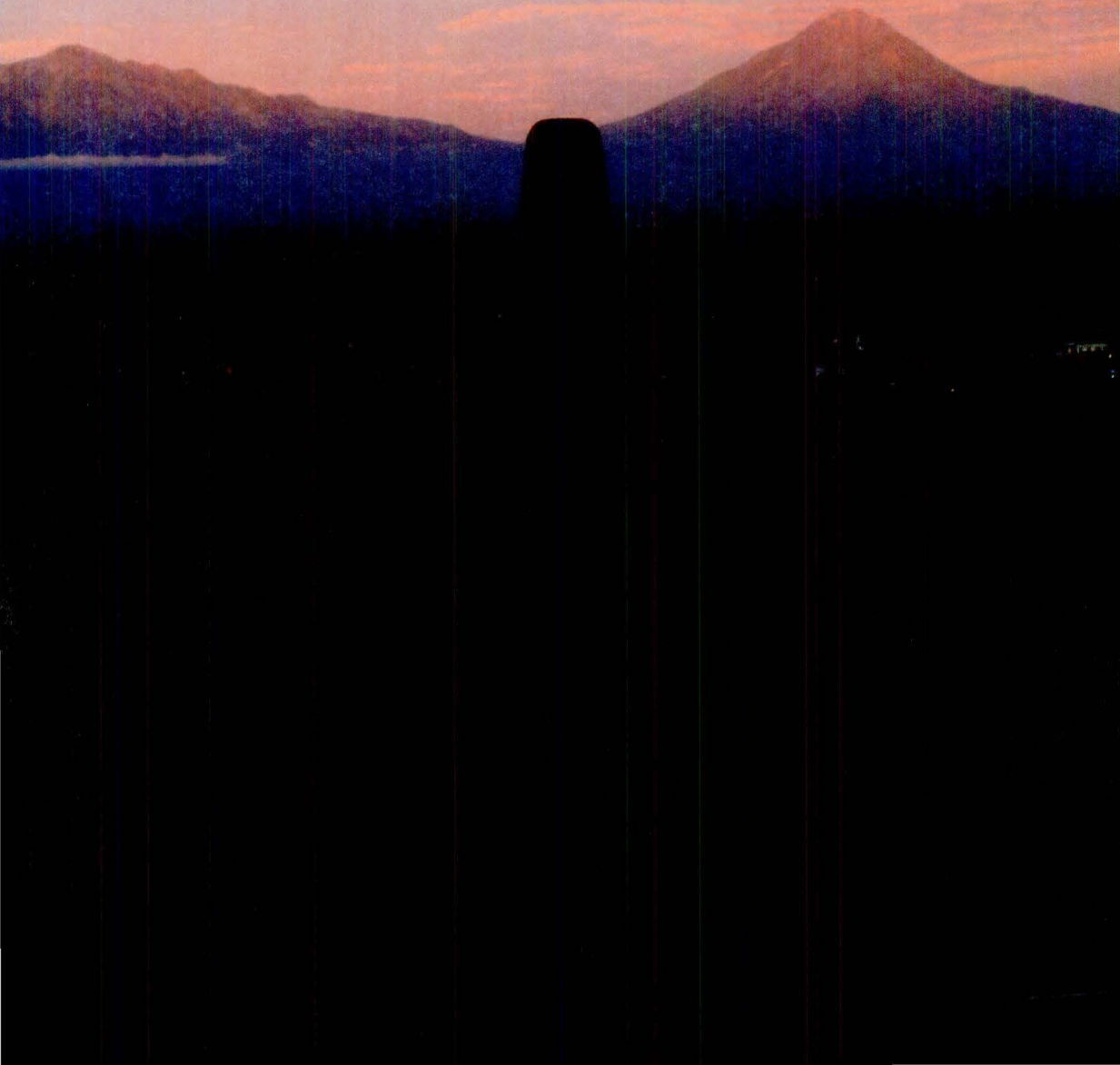
Diskripsi sejarah erupsi Gunung Merapi ini bisa memberi gambaran tingkat kerentanan kawasan Candi Borobudur dari ancaman bahaya Gunung Merapi baik ancaman primer berupa awan panas dan ancaman sekunder berupa aliran lahar. Hal ini penting sebagai acuan dalam menyusun rencana dan strategi untuk konservasi Kawasan Borobudur sebagai salah satu warisan dunia.

Daftar Pustaka

- Andreastuti, S.D, Alloway, B.V., Smith, E.I.M. 2000. *A detailed tephrostratigraphic framework at Merapi Volcano, Central Java, Indonesia: Implications for eruption prediction and hazard assessment*, J. Volcanology and Geothermal Research. 100, 51-67
- Van Bemmelen, R.W. 1956. *The influence of geological events on humans history (an example from Central Java)*, Verh. Kon. Ned. Geol. Mijnbouw, Genootschap. 16, 20-36
- Berthommier, P.C. 1990. *Etude volcanologique du Merapi (Centre Java) Tephostratigraphie et chronologie-mechanismes eruptifs*. Unpublished thesis, University of Blaise Pascal, Clermont-Ferrand. 115 pp., annexes
- Boechari. 1976. *Some concideration problem of the shift of Mataram's center of government from Central to East Java in the 10th Century A.D.* Bulletin of the Research Center of Archeology of Indonesia, vol. 10, 26 pp.
- De Casparis, J.G. 1956. *Selected inscription from the 7th to the 9th century. A.D.*, Masa Baru, Bandung, 395 pp
- Dumarcay, J.. 1978. *Borobudur*. Kuala Lumpur, Oxford University Press, 72 pp.
- Dumarcay, J., 1986. *The Temples of Java*. Oxford University Press, Singapure, 101 pp.
- Hartmann, M.A., 1934. *Der grosse Ausbruch des Vulkanes G. Merapi (Mittle-Java) im Jahre 1972*, Natuurk, Tijdschr, Ned. Indie 94, 189-210
- Newhall, C.G., et all, 2000. *10,000 Years of Explosive Eruptions of Merapi Volcano, Central Java : archaeological and modern implications*, Journal Volc. And Geotherm. Res. 100, p. 43-45

DAMPAK ERUPSI GUNUNG MERAPI TERHADAP CANDI BOROBUDUR

Oleh : Dr. Daud Aris Tanudirdjo, M.A

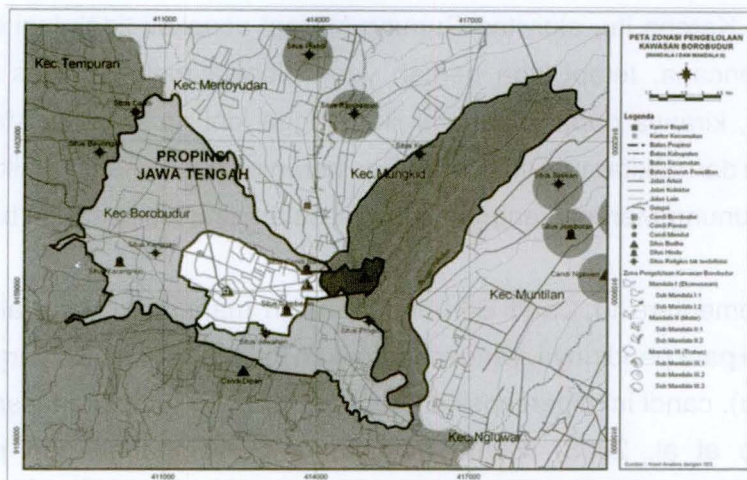


Gunung Merapi dan Candi Borobudur adalah dua 'mahameru'. Dalam konsep budaya Jawa Kuno, mahameru dibayangkan sebagai tempat yang menjadi kekuatan dahsyat karena di sana hidup para dewa dan nenek moyang yang dipercayai menjadi sumber energi kehidupan di alam manusia. Gunung Merapi adalah 'mahameru' yang tercipta oleh proses alam selama ribuan tahun. Hingga kini pun gunung ini tak henti-hentinya menunjukkan luapan energinya lewat erupsi yang sering terjadi. Tidak jarang erupsi yang membawa awan panas serta dampak lanjutnya berupa banjir lahar dingin mampu meluluhlantakkan dan seakan melebur alam sekitarnya. Di sisi lain, siraman abu dan endapan lumpurnya yang membawa zat-zat kesuburan seakan meremajakan kembali dan memperbaharui kehidupan di sekitarnya. Karena itu, aktivitas Gunung Merapi acapkali tidak lagi dilihat semata sebagai bencana, tetapi juga berkah yang dibawa melalui siklus alami. Dalam konteks ini, kiranya dapat dipahami jika hingga kini masyarakat Mataram (baca: Yogyakarta dan sekitarnya) tidak mau juga beranjak untuk meninggalkan gunung ini. Bahkan, Gunung Merapi dianggap sebagai salah satu kiblat sakral bagi kehidupan mereka.

Sementara itu, Candi Borobudur adalah 'mahameru' yang lain (Soekmono, 1969). Bagi para pendirinya, yang menamakan dirinya sebagai keluarga raja gunung (Syailendra), candi ini dipersepsikan sebagai 'gunung tumpukan jasa para leluhur' (Soekmono et al. 2005). Suatu mahakarya persembahan dan penghormatan terhadap para pendahulu yang telah meletakkan dasar-dasar keberhasilan. Dalam konsep agama Budha Mahayana kala itu, Candi Borobudur adalah juga 'gunung kosmis' untuk mencapai taraf tertinggi ke-budha-an (Stutterheim, 1956; Snodgrass, 1985). Patung-patung budha pada relung di atas pagar langkan dibayangkan seperti para pendeta yang bersemadi di relung-relung gunung itu (Miksic, 1990; lihat juga Muljana, 2006). Itulah sebabnya, mengapa candi ini disebut pula sebagai *bhûmisambhârabhûdhara* atau gunung (timbunan tanah) sepuluh tingkat yang harus dijalani seseorang untuk mencapai kesempurnaan atau nirwana.

Kedua 'mahameru' ini secara geografis berhadapan. Merapi hampir tepat berada di timur Candi Borobudur. Pemetaan secara digital posisi Candi Borobudur pernah dilakukan dan hasilnya menunjukkan Gunung Merapi dan Candi Borobudur dihubungkan dengan garis imajiner arah barat – timur yang menghubungkan Candi Borobudur, Candi Pawon, Candi Mendut, Candi Ngawen, dan Candi Gunungsari dengan pertemuan antara Gunung Merapi dengan anaknya, Bukit Turgo (Susetyo,

2008, pers.com). Jika dibayangkan, pada tanggal dan bulan tertentu setiap tahun, matahari akan muncul di antara Gunung Merapi dan Bukit Turgo dan sinarnya mengarah langsung ke pintu timur Candi Borobudur. Tentu ini bukan suatu kebetulan semata. Arah timur adalah '*purwa*' atau awal dari kehidupan itu sendiri, sedangkan pintu timur Candi Borobudur adalah awal dari perjalanan ber-*pradaksina* menelusuri lorong-lorong candi ini menuju puncak. Karena itu, jelas bahwa Gunung Merapi dan Candi Borobudur diikat dengan suatu konsep filosofis yang mendalam menjadi suatu saujana budaya asosiatif (*associative cultural landscape*). Dengan kata lain, Gunung Merapi dan Candi Borobudur adalah satu kesatuan yang tidak terpisahkan dalam konteks budaya masyarakat kala itu.



Borobudur, Mendut, Pawon dalam satu garis lurus

Namun, rupanya hubungan antara kedua '*mahameru*' itu tidak selamanya saling menguntungkan. Setidaknya itulah pendapat ahli geologi R.W. van Bemmelen (1956). Erupsi dahsyat Gunung Merapi pada tahun 1006 M tidak saja meruntuhkan sebagian besar sisi barat daya gunung ini, tetapi juga berdampak pada meredupnya keagungan Candi Borobudur yang ditinggalkan oleh masyarakat pendukungnya untuk mengungsi ke Jawa Timur. Hipotesis Katastropi Bemmelen ini ternyata hingga kini masih diyakini kebenarannya oleh sejumlah ahli (a.l. Whitten et als, 1996; baca juga Voûte, 2005, Boechari, 1976), walaupun mengandung banyak kelemahan. Citra kehancuran Candi Borobudur karena dampak erupsi Gunung Merapi itulah yang hingga kini masih kuat tertanam dalam sistem pengetahuan masyarakat pada umumnya.

Sesungguhnya, apa yang mendorong Bemmelen mengemukakan hipotesa bencana Gunung Merapi itu? Dorongan yang paling kuat sebenarnya

muncul dari pengalamannya sendiri mempelajari erupsi Gunung Merapi pada tahun 1942-1943. Ketika itu, ia masih berada dalam tawanan tentara Jepang. Karena keahliannya, ia pun diminta untuk meneliti tentang letusan yang terjadi. Erupsi di masa pendudukan Jepang itu diperkirakan telah melontarkan sejuta meter kubik bahan klastik dan empat juta meter kubik lava (Bemmelen, 1956). Barangkali erupsi ini hampir setara dengan erupsi pada November – Desember 2010 lalu yang dampaknya bagi masyarakat di sekitar Candi Borobudur begitu terasa. Padahal, itu bukan termasuk erupsi yang besar. Berdasarkan catatan yang ada sejak 1822 hingga 1943, ada sejumlah erupsi yang jauh lebih besar dengan lontaran bahan yang puluhan kali lipat volumenya. Bahkan, pada tahun 1872 terjadi letusan hebat yang menebarkan sekitar 200 juta meter kubik bahan klastik (Bemmelen, 1956). Dapat dibayangkan dampak erupsi yang besar itu bagi kehidupan masyarakat Mataram, termasuk keadaan Candi Borobudur, tentu jauh lebih besar.

Kesadaran akan kondisi ini membawa pikiran Bemmelen teringat akan tulisan van Hinloopen Labberton tentang tafsiran prasasti Pucangan yang dikeluarkan oleh Raja Airlangga pada tahun 963 Çaka (= 1041 M). Prasasti ini mengisahkan bencana besar atau "*mahapralaya*" yang terjadi pada tahun 928 Çaka (= 1006 M). Ketika itu, Kerajaan Raja Dharmawangsa Tguh hancur karena serangan Haji Wurawari, sehingga menantunya, yaitu Airlangga, terpaksa mengungsi ke Wanagiri. Dalam tulisannya yang terbit tahun 1922, Labberton menafsirkan kata '*arnawa*' dalam prasasti itu sebagai banjir lahar dingin yang hebat akibat letusan Gunung Merapi, dan bukan sekedar metafora kehancuran yang terjadi setelah serangan pasukan Wurawari. Tafsiran inilah yang ikut mendorong Bemmelen untuk meneliti lebih jauh, benarkah "*mahapralaya*" itu memang disebabkan oleh erupsi Gunung Merapi yang dahsyat?

Ahli budaya Jawa C.C. Berg sebenarnya pernah mengingatkan Bemmelen bahwa tafsiran Labberton tidak tepat. Kata '*arnawa*' dalam prasasti Pucangan itu adalah gambaran kisah *Samudramanthana* atau pengadukan laut untuk mencari air *amrta* (kehidupan). Pengisahan itu hanyalah upaya Airlangga untuk mendapatkan legitimasi atas kedudukannya sebagai raja. Airlangga ingin mengibaratkan dirinya sebagai *air amrta* (sumber kehidupan baru) yang muncul dari kekacauan yang diakibatkan oleh pengadukan lautan yang tidak lain adalah penggambaran simbolis kehancuran kerajaan ayah mertuanya, Dharmawangsa Tguh. Namun, peringatan Berg rupanya tidak terlalu berkesan bagi Bemmelen. Ia lebih percaya kepada

tafsiran Labberton karena data di lapangan memperlihatkan bahwa Gunung Merapi memang pernah meletus sangat hebat (Bemmelen, 1956).

Berdasarkan pengamatan Bemmelen, terdapat dua tahap perkembangan Gunung Merapi. Pada awalnya muncul kerucut Gunung Merapi Tua, tetapi bagian barat gunung tua ini kemudian runtuh karena landasan tanah di bawahnya belum cukup kuat menahan beban ini. Lalu, di tengah runtuhnya itu muncul kerucut Gunung Merapi yang sekarang. Sisa-sisa gunung tua masih terlihat sebagai rangkaian *gigir* atau punggung gunung yang dikenal sebagai Gunung Pusunglondon, Gunung Batulawang, serta Gunung Kukusan di sebelah timur gunung yang sekarang atau di utara Desa Deles. *Gigir* gunung ini muncul kembali di sisi selatan berupa Gunung Kendil, Gunung Plawangan, dan Bukit Turgo, sedangkan di bagian barat masih tersisa sedikit di Bukit Patuk Alapalap (di atas Kali Krasak), Bukit Gono (dekat Dukun), dan pos pengawasan Babadan. Bemmelen membayangkan bagian barat daya Gunung Merapi Tua runtuh dan materialnya tergelincir ke arah barat dan sebagian terlipat membentuk Gunung Gendol di selatan Muntilan. Sebagian material lainnya membendung Sungai Progo, sehingga terbentuk danau di sekitar Candi Borobudur. Runtuhnya bagian barat daya kerucut Gunung Merapi ini memicu letusan dahsyat, yang kemudian dikaitkan dengan peristiwa '*mahapralaya*' pada tahun 1006, sebagaimana ditafsirkan Labberton (Bemmelen, 1956). Dampak dari letusan tersebut, sejumlah candi runtuh dan tertimbun lahar. Masyarakat pun hidup sengsara, sehingga mereka meninggalkan tanah Mataram berpindah ke Jawa Timur. Candi Borobudur pun ikut ditinggalkan sehingga tak terawat dan hancur.

Selama ini, gagasan Bemmelen itu begitu kuat mengonstruksi pengetahuan kita tentang hubungan negatif antara Gunung Merapi dan Candi Borobudur. Dampak erupsi Gunung Merapi selalu dilihat sebagai sesuatu yang merusak dan menimbulkan kehancuran terhadap candi ini, dan bahkan juga peradaban masyarakatnya. Hal itu diperkuat dengan pandangan masyarakat masa kini yang lebih sering melihat dampak erupsi Gunung Merapi dari persepsi modern yang cenderung mengambil jarak tegas dengan gejala alam (lihat Peursen, 1976). Tentunya, masyarakat di masa lalu memiliki penghayatan yang berbeda. Masyarakat yang masih lebih berpikir mistis pasti lebih erat dengan alam sekitarnya (lihat Peursen, 1976). Dalam konteks ini, gunung dianggap sebagai gejala alam yang diagungkan dan dikeramatkan, sehingga mereka tetap siap menerima penderitaan akibat bencana yang ditimbulkan. Bahkan, masyarakat akan tetap setia

Masa aktif ini biasanya diikuti dengan masa tenang yang dapat berlangsung hingga 12 tahun. Sementara itu, gempa besar di wilayah Jawa Tengah terjadi kurang lebih setiap 140 tahun sekali (lihat Adrisijanti dan Putranto eds., 2009).

Mengingat siklus itu, apa yang terjadi di wilayah Jawa Tengah, terutama wilayah yang dikenal dengan Mataram, pada dasawarsa pertama millenium ketiga ini mungkin termasuk masa bencana tertubi-tubi itu. Sejak awal tahun 2000-an, gempa berkekuatan sedang sebenarnya sudah sering menerpa wilayah ini, dibarengi pula dengan meningkatnya aktivitas Gunung Merapi. Namun, dampaknya tidak begitu dirasakan. Baru pada akhir Mei tahun 2006, gempa hebat melanda wilayah ini dengan membawa korban manusia maupun harta benda yang tidak sedikit. Bencana ini pun disertai dengan meningkatnya aktivitas Gunung Merapi. Erupsi terjadi beberapa kali dan memuncak pada dua bulan terakhir tahun 2010. Bahkan, dampak lanjutannya masih menyengsarakan juga. Banjir lahar dingin melanda sejumlah desa di lereng gunung itu dan menenggelamkan sejumlah permukiman yang ada. Sementara itu, hujan abu yang tersebar luas juga menimbulkan kerusakan tanaman maupun hasil kebun lainnya. Candi Borobudur dan masyarakat sekitarnya pun ikut merasakan akibat bencana ini.

Sebagai siklus alami, bencana ini tentu juga terjadi di masa lampau dan secara tidak langsung mempengaruhi jalannya sejarah wilayah ini. Temuan sejumlah candi di bawah endapan lahar dingin Gunung Merapi, seperti Candi Sambisari, Candi Kedulan, serta Candi Kimpulan, membuktikan bahwa bencana seperti yang terjadi di sekitar Yogyakarta tahun 2006 – 2010, juga pernah terjadi ketika Kerajaan Mataram Kuno masih berkuasa antara abad ke-8 hingga abad ke-10. Ahli epigrafi M. Boechari (1976) juga telah mengungkapkan bahwa erupsi Gunung Merapi telah mendorong pindahnya pusat pemerintahan dari Jawa Tengah ke Jawa Timur. Meskipun demikian, ia tidak setuju dengan pendapat Bemmelen yang mengaitkan perpindahan itu dengan erupsi hebat Gunung Merapi tahun 1006 M. Boechari sendiri cenderung melihat perpindahan itu disebabkan oleh alasan konsepsi religius, yaitu pusat kerajaan yang telah dilanda bencana tidak layak lagi dipertahankan sehingga harus dipindah. Sarjana ini juga mengingatkan bahwa perpindahan ke Jawa Timur terjadi sekitar tahun 929 M. Tentunya hal tersebut tidak disebabkan oleh erupsi dahsyat tahun 1006 M, jika bencana itu memang ada. Perpindahan pusat pemerintahan bukan hal yang tidak biasa. Sejumlah prasasti dari masa itu juga mencatat pernah terjadi perpindahan pusat pemerintahan di

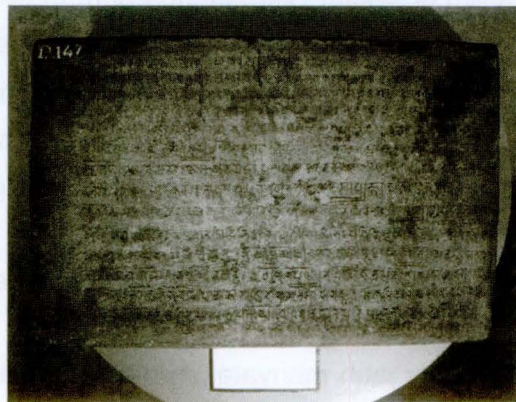
wilayah Jawa Tengah sebelum akhirnya dipindahkan ke Jawa Timur. Setidaknya dalam prasasti-prasasti di Jawa Tengah disebutkan beberapa pusat pemerintahan antara lain di Poh Pitu, Mamatri, dan Watugaluh (Boechari 1976).

Pendapat Boechari menjadi semakin menarik jika dikaitkan dengan gagasan yang dikemukakan oleh S. Muljana (2006) yang juga mengidentifikasi beberapa nama pusat pemerintahan kerajaan Mataram Hindu dari berbagai prasasti yang ada. Nama-nama pusat pemerintahan yang berhasil ditemukan adalah Mataram, Mamatri, dan Poh Pitu. Muljana menduga pusat Mataram itu ada di bagian utara Yogyakarta atau sekitar Sleman, di sisi barat daya Gunung Merapi. Hal ini didasarkan pada pelacakan toponim di sekitar wilayah itu yang masih menunjukkan asal katanya dari bahasa Sanskerta, seperti *Rejadani* (= tempat raja), *Poton* (< *pattana* = kota), *Bantareja* (= makam raja), serta *Dayakan* (< *dayaka* = keluarga raja). Identifikasi pusat Mataram di sekitar Sleman juga pernah dikemukakan oleh R.M. Poerbatjaraka (1952) dalam bahasannya terkait dengan letak Kerajaan Sanjaya yang disebut dalam Prasasti Canggal (732 M). Ahli filologi ini menyamakan nama *kunjarakunjadesa* dalam prasasti itu dengan nama Sleman yang berasal dari penyebutan singkat kata-kata '*alas ing (sa)-liman*' (hutan gajah) atau Saliman. Dengan demikian, identifikasi pusat pemerintahan Kerajaan Mataram Hindu yang awal dengan daerah Sleman cukup kuat, meskipun masih perlu didukung dengan bukti-bukti yang lebih nyata (*hard evidence*).

Muljana (2006) lebih jauh menyatakan bahwa pusat pemerintahan pada masa Raja Pikatan (847 – 856 M) telah pindah ke tempat lain, yaitu di Poh Pitu. Tempat ini diduga terletak di sekitar Temanggung atau Mantyasih sekarang. Dekat Temanggung kini masih ada nama Desa Pikatan dengan jejak-jejak tinggalan yang ada di sekitar sumberair Pikatan sekarang. Sementara itu, pusat pemerintahan yang lain, Mamatri seringkali ditafsirkan berbeda, ada yang menduga berada di daerah sekitar Prambanan (Boechari, 1986), sedangkan pendapat lain menduga di daerah Temanggung (Muljana, 2006). Mamatri menjadi pusat pemerintahan terutama pada masa Raja Kayuwangi (856 – 886 M).

Melihat kenyataan tersebut, muncul pertanyaan: mengapa pusat pemerintahan berpindah? Harus diakui tidak mudah menjawab pertanyaan tersebut. Yang jelas, bukan karena faktor keagamaan maupun politik. Alasannya, perpindahan dari kekuasaan raja Sanjaya yang beragama Siwaistis kepada Raja Panangkaran yang penganut agama Budha tidak mengindikasikan adanya

perpindahan pusat pemerintahan. Prasasti Kalasan (778 M) yang diterbitkan pada masa pemerintahan Panangkaran terkait pendirian bangunan suci untuk Tara (=Candi Kalasan) dan wihara pendukungnya (=Candi Sari) menunjukkan pusat pemerintahan masih ada di sekitar Sleman. Demikian pula pendirian arca Manjusri (di Candi Sewu) yang disebutkan dalam Prasasti Kelurak (782 M) dilakukan tidak jauh dari wilayah Sleman juga. Karena itu, faktor agama dan politik tampaknya tidak menjadi alasan. Sebagaimana dikemukakan Boechari, amat mungkin perpindahan ini justru disebabkan karena pusat pemerintahan terkena bencana, sehingga tidak dianggap suci lagi. Hanya saja, amat sulit menentukan kapan hal itu terjadi. Masalah ini akan terjawab jika penelitian serius terhadap candi-candi yang terkubur di daerah ini dilakukan dengan fokus pada penentuan pertanggalan mutlak terjadinya peristiwa itu. Sayang sekali, upaya ke arah ini belum banyak dilakukan.



Prasasti Kalasan

Candi Borobudur yang diduga mulai didirikan beberapa tahun sebelum 824 M (Prasasti Baka) oleh Raja Samaratungga dari dinasti Syailendra merupakan monumen besar pertama yang ditemukan di dataran Kedu. Sarkar (2001) berpendapat bahwa candi ini didirikan untuk mengingat pendiri wangsa Syailendra, Raja Panangkaran, sehingga disebut sebagai *kamulan* (tempat asal) *i bhumisambhara*. Pendiri Candi Borobudur, Raja Samaratungga tidak lain adalah ayah dari Sri Kahulunan yang juga dikenal sebagai Pramodhawardhani, istri Rakai Pikatan. Padahal, telah dikemukakan di atas, bahwa pusat pemerintahan Rakai Pikatan berada di Poh Pitu (Temanggung, Kedu). Dengan demikian, pendirian Candi Borobudur juga menjadi penanda pergeseran pusat pemerintahan dari Sleman ke daerah Kedu, pada masa pemerintahan Samaratungga. Boechari (1986) menyatakan bahwa perpindahan pusat pemerintahan mengharuskan raja

menciptakan mandala baru, termasuk di dalamnya adalah mahameru. Keharusan inilah yang mendorong Samaratungga mendirikan Candi Borobudur sebagai pusat kosmos yang baru. Menariknya, Candi Borobudur sebagai pusat kosmos yang baru ternyata diarahkan pula ke lereng barat daya Gunung Merapi (Bukit Turgo, lihat di atas) yang tidak lain adalah daerah Sleman, pusat kerajaan Mataram sebelumnya.

Lalu, apakah perpindahan ini juga terkait dengan runtuhnya Gunung Merapi Tua sebagaimana yang digambarkan oleh Bemmelen dalam Hipotesis Katastropinya? Barangkali Bemmelen memang benar. Sisi barat daya Gunung Merapi Tua pernah terbang dan tergelincir ke arah barat. Hanya saja, amat diragukan jika peristiwa itu terjadi pada tahun 1006 M. Satu-satunya alasan Bemmelen mengikuti pendapat Labberton itu adalah perkiraan tumbuhnya kerucut Gunung Merapi muda. Dengan mencermati data perkembangan gunung api muda ini yang tersedia selama lebih dari satu abad (1822 – 1943), Bemmelen menduga penambahan kubah lava Gunung Merapi adalah 6 – 6,5 juta meter kubik. Dengan perkiraan kasar itu, ia menduga kerucut Gunung Merapi yang sekarang mulai terbentuk sejak sekitar 950 tahun yang lalu atau tidak lama setelah tahun 1006 M. Kesimpulan ini tidak saja sangat spekulatif tetapi juga sangat dipaksakan. Bemmelen sendiri menulis : 'Perkiraan vulkanologis munculnya kerucut Gunung Merapi baru ini tentu agak kasar dan bisa jadi meleset kurang lebih satu atau beberapa abad' (Bemmelen, 1956). Dengan ancangan lebih dari satu abad atau lebih dari kejadian sesungguhnya, tafsiran letusan hebat pada tahun 1006 M kiranya sangat lemah. Tanpa bukti pertanggalan yang handal agaknya sulit untuk mendukung hipotesis Bemmelen.

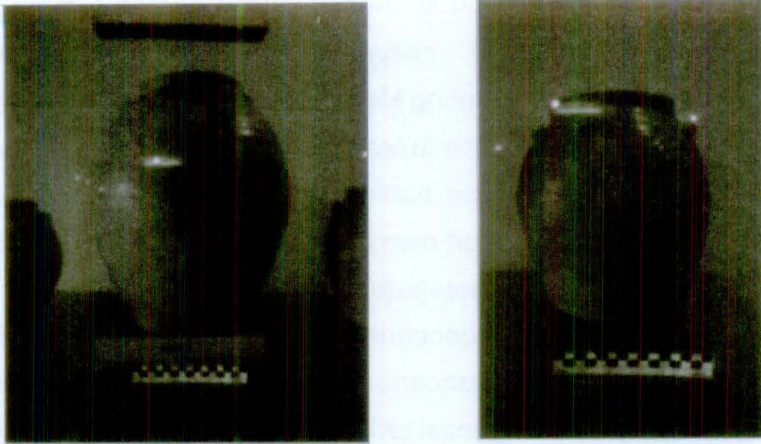


Candi Kimpulan dan Candi Kedulan yang ditemukan dalam kondisi tertimbun material vulkanik gunungapi

Sanggahan juga datang dari hasil penelitian tentang danau purba di sekitar Candi Borobudur. Bukti-bukti yang berhasil dikumpulkan para ahli (Murwanto et als., 2004) menunjukkan bahwa keberadaan danau di sekitar wilayah Borobudur bukan bersifat sementara akibat terbenyungnya Sungai Progo oleh tergelincirnya bagian barat Gunung Merapi Tua. Danau ini sudah ada sejak Kala Plestosen sekitar 20.000 tahun yang lalu, dan mengalami pendangkalan secara bertahap sehingga semakin lama semakin menciut. Danau di kawasan Borobudur diduga telah berubah menjadi daratan sepenuhnya pada abad ke-14.

Selain itu, penelitian oleh sejumlah ahli lainnya pada sekitar tahun 1980-an juga membuktikan tidak ada letusan hebat pada masa sejarah. Masa kegiatan vulkanis paling aktif Gunung Merapi telah terjadi pada akhir Jaman Kuarter. Ketika itu, kawasan sekitar Candi Borobudur mengalami pengangkatan, sehingga pola aliran sungai yang ada menunjukkan beberapa anomali. Beberapa sungai yang mengalir di kawasan ini mampu menggerus sangat dalam lapisan bekas danau purba. Namun, sekali lagi semua peristiwa geologi ini terjadi sudah ribuan tahun sebelum adanya Kerajaan Mataram Hindu maupun Candi Borobudur (Voûte, 2005). Pada masa sejarah tidak pernah ada bencana hebat yang menyerupai bencana Gunung Vesuvius di Mediteranian yang menghancurkan dan menenggelamkan kota-kota di sekitarnya seperti dibayangkan oleh Labberton dan Bemmelen. Bisa jadi, perpindahan pusat pemerintahan dari Sleman (Mataram) ke Kedu memang disebabkan oleh erupsi atau banjir lahar Gunung Merapi, tetapi tentu tidak sedahsyat Vesuvius. Erupsi kecil sekali pun jika dianggap telah menodai kesucian dan kewibawaan pusat pemerintahan, tentu segera akan diikuti dengan pemindahan.

Penelitian arkeologis dan rujukan sejarah tradisi juga membuktikan Candi Borobudur tidak ditinggalkan umat pendukungnya sejak awal abad ke-11. Penelitian arkeologis di kompleks Candi Borobudur berhasil menemukan sejumlah keramik dan mata uang Cina dari abad ke-11 hingga ke-15 (Miksic, 1990). Lagipula, Nagarakrtagama yang ditulis oleh Kawi Prapanca pada abad ke-14 juga masih menyebutkan tempat bernama 'Budur' sebagai salah satu tempat agama Budha Bajradara yang telah berprasasti (lihat Muljana, 2006).



Keramik hasil temuan ekskavasi pada pemugaran II Candi Borobudur 1973 - 1983

Kiranya cukup jelas bahwa Candi Borobudur tidak ditinggalkan karena erupsi Gunung Merapi. Belajar dari erupsi tahun 2010 lalu yang menebar abu cukup tebal di Candi Borobudur dan menyengsarakan kehidupan warga di sekitarnya, memang dapat dibayangkan erupsi besar Gunung Merapi yang terjadi hampir setiap 12 tahun sekali tentu akan berakibat buruk bagi candi dan penduduknya. Abu tebal dan pasir hasil erupsi Gunung Merapi pasti sering mengguyur Candi Borobudur dan sekitarnya. Hal itu setidaknya dibuktikan dengan temuan lapisan abu vulkanis, dengan ketebalan sekitar 1 – 5 cm, di bawah permukaan pelataran candi ini. Bahkan di beberapa lokasi, terdapat pula lapisan pasir cukup tebal, sekitar 30 cm, yang menutupi langsung lapisan hunian yang berisi fragmen gerabah dan keramik Cina. Lapisan pasir ini diduga adalah lahar dingin yang melimpas ke sekitar candi dan bukan hasil erupsi langsung (Voûte, 2005). Tidak tertutup pula kemungkinan materi batuan itu merupakan bahan klastik erupsi langsung. Sayang sekali, baik lapisan abu maupun pasir di pelataran candi ini belum pernah diteliti secara lebih mendalam untuk mengetahui tempat asal maupun proses terbentuknya.

Apa pun yang terjadi di Candi Borobudur, catatan sejarah telah membuktikan bahwa candi ini tetap dipelihara dan digunakan oleh penduduknya paling tidak hingga abad ke-14. Mitos bencana hebat letusan Gunung Merapi yang mengakibatkan Candi Borobudur dan sekitarnya ditinggalkan tidak didukung dengan bukti yang kuat sehingga perlu dipertimbangkan kembali. Selain itu, anggapan bahwa dampak erupsi Gunung Merapi dapat mendorong masyarakat

pendukung Candi Borobudur kemudian meninggalkan daerah tempat tinggalnya terlalu meremehkan kemampuan masyarakat menghadapi bencana. Tidak disangkal bahwa dampak erupsi Gunung Merapi seringkali begitu menyengsarakan masyarakat. Bencana dapat saja ditimbulkan oleh gempa yang kuat, awan panas, banjir lahar dingin, hujan abu dan pasir, bahkan juga perubahan *landscape* yang ada (Whitten, 1996). Namun, masyarakat memiliki kearifan-kearifannya sendiri dalam menghadapi bencana itu. Apalagi, mereka juga memiliki keyakinan yang kuat bahwa erupsi Gunung Merapi tidak hanya bencana tetapi juga berkah. Karena itu, seperti yang terjadi juga di masa kini, bencana akibat erupsi itu tidak menimbulkan keinginan masyarakat untuk mengungsi terlalu jauh apalagi pindah ke luar daerah. Barangkali, mereka akan pindah sementara dan segera akan kembali begitu kondisi memungkinkan. Kecenderungan seperti ini mungkin lebih dapat menjelaskan mengapa ada perpindahan pusat pemerintahan dari Mataram (Sleman) ke Kedu (Poh Pitu) dan kembali ke Mataram (Prambanan) lagi.

Sikap masyarakat seperti itulah yang memungkinkan Candi Borobudur tetap bertahan hingga abad ke-14. Gempa, banjir lahar dingin, hujan abu dan pasir mungkin saja membawa dampak pada kerusakan fisik Candi Borobudur. Namun, selama para pendukungnya mampu bertahan hidup dalam keyakinannya, maka keberadaan candi ini akan tetap terjamin. Kiranya tidak sulit membayangkan bahwa niat dan tekad masyarakat untuk ikut membersihkan Candi Borobudur setelah erupsi tahun 2010 lalu juga terjadi setiap kali dampak erupsi Gunung Merapi menimpa candi ini. Orang dari berbagai tempat datang dengan sukarela untuk ikut membersihkan monumen agung ini dari abu dan pasir yang menutupinya, serta memperbaiki bagian-bagian yang rusak. Dapat dipastikan, ketika Candi Borobudur masih menjadi pusat peribadatan, dorongan masyarakat untuk ikut memperbaiki candi ini jauh lebih kuat dibandingkan di masa kini. Masyarakat yang masih memiliki ikatan kuat dengan candi ini seringkali dapat melupakan kesusahan mereka sendiri dan bersedia bekerja bakti untuk memulihkan candi ini dari dampak bencana. Kesengsaraan dan kesusahan akibat erupsi rupanya tidak pernah menyurutkan semangat pendukungnya untuk mempertahankan candi ini.

Dengan pendekatan empati seperti itu, dapat diyakini Candi Borobudur tidak ditinggalkan oleh masyarakat pendukungnya karena erupsi Gunung Merapi. Barangkali justru pengaruh agama Islam yang semakin menguat di wilayah ini menjadi alasan yang lebih masuk akal untuk menjelaskan mengapa salah satu

pusat belajar agama Budha ini semakin tidak mendapatkan perhatian. Setelah terakhir disebut dalam kitab Nagarakrtagama abad ke-14, tidak ada catatan lagi tentang Candi Borobudur selama beberapa abad. Candi ini baru tercatat kembali dalam sejarah tradisi pada sekitar awal abad-18. Babad Tanah Jawi, misalnya, menyebutkan adanya tokoh pemberontak bernama Ki Mas Dana yang kalah dan bersembunyi di *Redi Borobudur*. Sementara itu, Kitab Babad Mataram juga menceritakan tentang adanya 'arca seribu' dan "satria terkurung" di Borobudur yang disebut sebagai tempat larangan. Diceritakan pula, pada tahun 1757 seorang putra raja bernama Pangeran Mancanegara tiba-tiba wafat sekembalinya dari berkunjung ke candi ini (Tanudirjo et als., 1994). Jadi, dalam kurun waktu sekitar tiga atau empat abad itu, Candi Borobudur telah mengalami proses transformasi dari 'tempat suci agama Budha Bajradara' menjadi sekedar 'bukit' (*redi*) dan reruntuhan candi yang tabu untuk dikunjungi. Rasanya tidak sulit membayangkan perubahan ini disebabkan karena semakin meluasnya pengaruh agama Islam di Jawa. Seperti diketahui, pada awal abad ke-15, komunitas Islam di Jawa Tengah berkembang sangat pesat. Kedatangan armada Zheng-He pada tahun 1415 telah mendorong kuat perkembangan Islam di pantai utara Jawa, termasuk Jawa Tengah (Graaf dan Pigeaud, 1984). Bahkan, *Serat Kanda* menceritakan tokoh komunitas Cina Muslim di Majapahit mempersembahkan putrinya kepada raja Majapahit Krtabhumi dan mereka kemudian dianugerahi wilayah Kedu untuk dikelola (Muljana, 2005). Terlepas tepat atau tidaknya informasi dari *Serat Kanda*, yang pasti dalam waktu kurang dari seabad sejak itu, di Jawa Tengah telah berdiri kerajaan Islam pertama dengan pusatnya di Demak. Selain itu, penyebaran Islam ke Jawa Tengah bagian selatan pun gencar dilakukan oleh para ulama Islam antara lain Ki Ageng Pandanaran atau Sunan Tembayat. Menghadapi situasi seperti ini kiranya cukup wajar jika komunitas pemeluk agama Budha mulai menyusut dan Candi Borobudur mulai ditinggalkan dan ditabukan untuk dikunjungi.

Uraian di atas mencoba melihat dampak erupsi Gunung Merapi terhadap Candi Borobudur dengan lebih realistis dengan pendekatan empati. Artinya, dampak erupsi Gunung Merapi terhadap monumen besar itu lebih didasarkan pada cara pikir, sikap dan keyakinan masyarakat Jawa pada waktu itu. Kosmologi masyarakat Jawa Kuno pada masa itu, yang menganggap gunung sebagai sumber energi dan kiblat spiritual, tentu memberikan kerangka pikir yang mampu mendekatkan emosi masyarakat dengan gunung. Karena itu, erupsi Gunung Merapi tentu tidak hanya

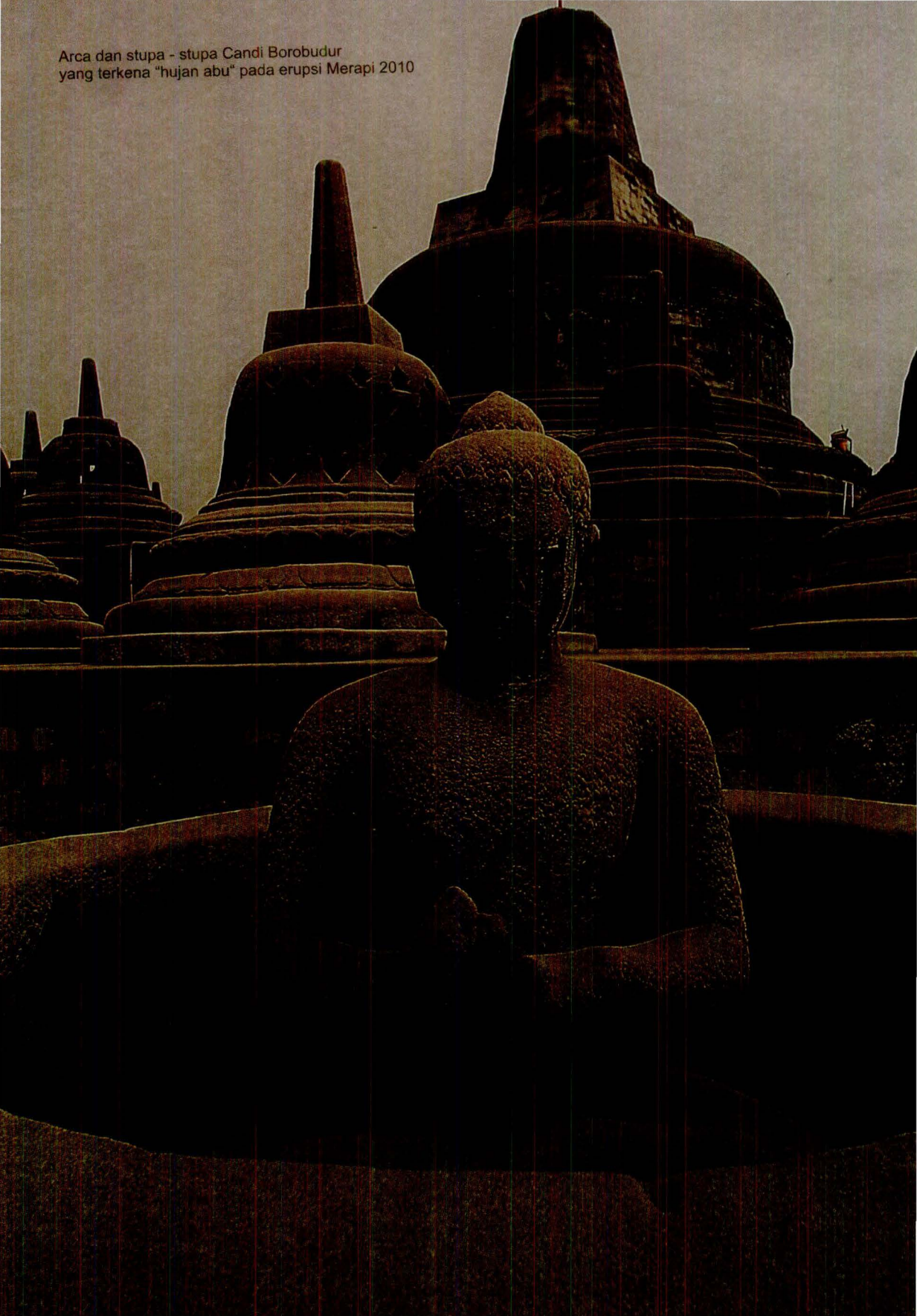
dilihat dari sisi negatif, tetapi juga sisi positif sebagai pembaharuan atau peremajaan alam. Bencana tidak lagi dianggap sebagai beban dan harus disingkirkan sama sekali. Sebaliknya, bencana erupsi dilihat sebagai bagian dari siklus alami, yang harus dijalani dan bahkan seringkali disyukuri. Dalam konteks ini, dapat dipahami jika masyarakat masa itu untuk tidak mudah menyingkir dari daerah bencana. Mungkin saja pusat pemerintahan berpindah menghindari bencana, tetapi masyarakatnya tidak harus mengikutinya. Fenomena budaya seperti ini kadangkala kurang dipahami dalam konteks cara berpikir modern, sehingga penafsiran terhadap masa lampau seringkali menjadi bias. Semoga tulisan ini sedikit dapat memberikan rangsangan berpikir kritis yang dapat mendorong penelitian-penelitian yang berkilat masalah dan berbobot di saat ini dan masa mendatang.

Daftar Pustaka

- Adrisijanti I. dan A. Putranto (eds.). 2009. *Membangun kembali Prambanan*. Balai Pelestarian Peninggalan Purbakala Daerah Istimewa Yogyakarta.
- Bemmelen R.W. van. 1956. *The Influence of Geologic Events on Human History, Verhandelingen van het Koninklijk Nederlandsch Geologisch-Mijnbouwkundig Genootschap*. Deel XVI. Oktober 1956.
- Boechari, M. 1976. *Some considerations of the problem of the shift of Mataram's Centre of Government from Central to East Java in the 10 Century AD*, Bulletin of the Research Centre of Archaeology of Indonesia no. 10.
- Graaf, H.J. de and Th.G.Th. Pigeaud. 1984. *Chinese Muslims in Java in the 15th and 16th Centuries*. Monash Papers on Southeast Asia no. 12.
- Melas, E.M. 1989. Etics, emics, and empathy in archaeological theory, dalam I Hodder (ed.) , *The Meanings of Things*. HarperCollins Academic. Hlm. 137 – 155
- Miksic, J.N. 1996. *Borobudur: Golden Tales of the Buddhas*. Periplus.
- Muljana, S. 2005. *Runtuhnya Kerajaan Hindu-Jawa dan Timbulnya Negara-negara Islam di Nusantara*. LKiS.
- Muljana, S. 2006. *Sriwijaya*. LKiS.
- Murwanto, H., Y. Gunnell, S. Suharsono, S. Sutikno and F. Lavigne. 2004. *Borobudur monument (Java, Indonesia) stood by a natural lake: chronostratigraphic evidence and historical implications*. The Holocene, 14 (3): 459–463.
- Peursen, C van. 1976. *Strategi Kebudayaan*. Penerbit Kanisius.
- Poerbatjaraka, R.M. 1952. *Riwayat Indonesia I*. Jajasan Pembangunan
- Sarkar, H.B. 2001. Identification of the Image of Terminal Stupa of Barabudur and the Foundation of the Sailendra Dynasty, dalam B. Kumar (ed.), *Glimpses of Early Indo-Indonesian Culture*. Indira-Gandhi National Centre for the Arts Aryan Books International. Hlm. 90 – 107
- Snodgrass, A. 1985. *The Symbolism of the Stupa*. Southeast Asia Program, Cornell University.
- Soekmono, R. 1969. *New Light on Some Borobudur Problems*. Bulletin of the Archaeological Institute of the Republic of Indonesia no. 5.
- Soekmono, R. et.als. 2005. *The Restoration of Borobudur*. UNESCO Publishing.

- Stutterheim, W.F. 1956. *Chandi Barabudur*, dalam *Studies in Indonesian Archaeology* (KITLV translation series). Martinus Nijhoff - The Hague. Hlm. 1-62
- Tanudirjo D.A. et als. 1994. *Kualitas Penyajian Warisan Budaya kepada Masyarakat*. Pusat Antar Universitas-Studi Sosial, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Voûte, C. 2005. *A New Perspective on Some Old Questions Pertaining to Borobudur*, dalam Soekmono et.als., *The Restoration of Borobudur*. UNESCO Publishing. Hlm. 213–249.
- Whitten T. et als. 1996. *The Ecology of Java and Bali*. Periplus.

Arca dan stupa - stupa Candi Borobudur
yang terkena "hujan abu" pada erupsi Merapi 2010



DAMPAK ERUPSI MERAPI 2010 TERHADAP KEHIDUPAN SOSIAL EKONOMI MASYARAKAT SEKITAR CANDI BOROBUDUR

Oleh : Wito Prasetyo



I. Pendahuluan

Borobudur merupakan wilayah kecamatan yang berada di Kabupaten Magelang, Propinsi Jawa Tengah, dimana terletak sebuah Candi Peninggalan Wangsa Syailendra. Pada lingkungan yang hijau, sejuk dengan hamparan yang indah, bermukim tak kurang 3.000 pedagang mengais rejeki di areal wisata tersebut. Desa-desa sekitarnya juga ikut menikmati dampak keberadaan Candi Borobudur sebagai obyek wisata, sehingga mampu memberikan kesempatan kerja bagi masyarakat lokal.

Kenyamanan, keindahan tersebut berubah seketika saat Gunung Merapi Meletus tanggal 26 Oktober kemudian disusul letusan besar tanggal 5 Nopember 2010, keadaan panorama yang hijau, cuaca yang sejuk dan banyak dikunjungi wisatawan kini berubah menjadi gelap karena tertimbun abu vulkanik Gunung Merapi, begitu pula desa-desa sekitar Candi Borobudur.

Sebaran dampak Letusan Merapi 2010 di kawasan wisata Borobudur cukup merata, 20 desa di kawasan tersebut terkena dampaknya. Hal yang terparah adalah sektor pertanian. Melihat peta sebaran tersebut Erupsi Gunung Merapi telah menyebabkan lumpuhnya perekonomian di kawasan Borobudur. 20 desa di kawasan Borobudur luluh lantak akibat debu dan pasir Merapi. Ranting pohon patah, atap rumah penuh debu dan pasir, jalan-jalan dan pekarangan rumah juga demikian, tiada lahan yang terbebas dari guyuran abu vulkanik Gunung Merapi.

Bencana erupsi Merapi Oktober dan November 2010 memberikan dampak yang luar biasa pada keadaan sosial kemasyarakatan penduduk Kabupaten Magelang secara umum. Erupsi tersebut juga berdampak pada aspek mental, spiritual, pendidikan, kesehatan, mata pencaharian, sumberdaya alam, dan perekonomian secara umum. Hal ini bisa dilihat dari waktu terjadinya bencana sampai penanganan korban pasca erupsi terjadi. Keadaan sosial masyarakat terutama pengungsi yang berada dalam barak pengungsian yang sesak dan beban pikiran yang sangat berat pasca letusan Merapi sangat memungkinkan mereka mengalami gangguan psikologis.

II. Dampak Sosial Ekonomi

Sebagai contoh riil adalah kerusakan di Kecamatan Borobudur. Kerusakan

yang terjadi akibat erupsi Merapi sedikitnya tak kurang dari 3.000 jiwa (Pedagang) kehilangan mata pencaharian untuk sementara waktu. Hal ini dikarenakan ditutupnya Candi Borobudur dari kunjungan wisatawan. Sementara itu di desa-desa penuh abu vulkanik sehingga menutup lahan pertanian dan mematahkan ranting pohon. Sarana telepon rusak, listrik padam, dan lahan pertanian hancur. Upaya pemulihan seyogyanya merambah sektor-sektor tersebut agar paling tidak menghidupkan kembali aktivitas produksi sehari-hari warga yang kebanyakan lahan pekerjaan mereka hilang karena Abu Vulkanik tersebut.

Kerugian Kawasan Wisata Borobudur akibat dampak Erupsi Merapi 2010, berkaitan dengan:

1. Gagal panen
2. Terhentinya aktivitas Industri Rumah Tangga
3. Terhentinya aktivitas Pariwisata
4. Munculnya Pengangguran

Sebagai contohnya adalah yang tercatat di Desa Karangrejo dengan total kerugian Rp 649.480.320,- terdiri dari tanaman musiman, tanaman tahunan yang rusak, usaha rumah tangga yang berhenti berproduksi dan masyarakat yang kehilangan pekerjaan. Selain itu di Desa Tanjungsari kerugian diperkirakan

Rp. 143.805.000,- terdiri dari Industri Rumahan (tahu) yang tidak berproduksi, tanaman buah yang gagal panen, lahan pertanian, dan masyarakat kehilangan pekerjaan. Kadaan semacam ini terjadi di hampir semua



Gagal panen yang menyebabkan hilangnya mata pencaharian

desa di wilayah Kecamatan Borobudur, namun dampak terparah adalah pada



sektor pertanian dan usaha kecil rumah tangga.

Dari beberapa faktor tersebut, faktor ekonomi dalam bidang produksi, industri pariwisata, perdagangan serta pertanian menjadi hal penting dalam akselerasi pemulihan aktivitas secara umum. Pada pemulihan faktor ekonomi masyarakat, tentu diperlukan dukungan finansial yang tinggi sebagai modal awal untuk membuat kembali faktor produksi barang maupun jasa yang akan digeliatkan dalam perdagangan nantinya.



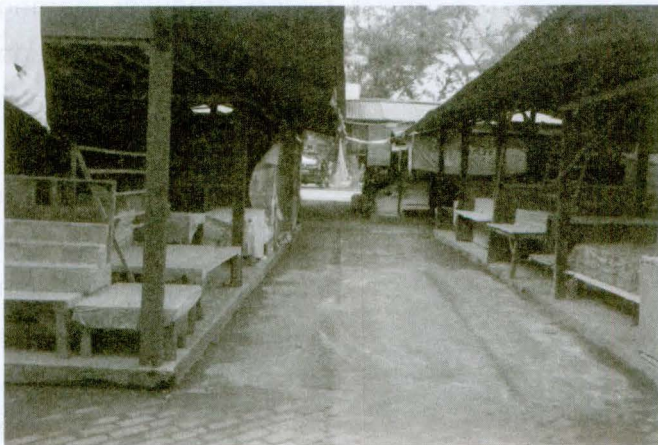
Aktivitas masyarakat setelah hujan abu

L e m b a g a keuangan memiliki peran penting dalam permodalan usaha di daerah yang terkena dampak tersebut. Dibutuhkan strategi yang baik dalam pemulihan ekonomi masyarakat agar

bantuan tersebut tidak hanya tepat sasaran, akan tetapi juga akan mempercepat pertumbuhan ekonomi dari warga sekitar kawasan wisata Borobudur.

Dengan terjadinya Letusan Gunung Merapi 26 Oktober yang disusul letusan besar pada tanggal 5 November 2010, harapan masyarakat menipis karena bayangan terputusnya penghasilan. Betapa tidak, Candi Borobudur yang berjarak kurang lebih 30 km dari puncak merapi telah terselimuti abu vulkanik sehingga candi peninggalan Wangsa Syailendra tersebut terpaksa harus ditutup sementara waktu untuk kunjungan wisatawan. Kegiatan wisata di Borobudur menjadi lumpuh. Namun demikian pada saat Candi Borobudur kembali dibuka dampak erupsi Merapi masih terjadi. Banjir lahar dingin yang tiba-tiba datang, menghancurkan jembatan Sungai Pabelan Muntilan maupun Jembatan Sungai Pabelan di Srowol. Hal ini mengakibatkan jalan utama yang menghubungkan antara Yogyakarta–Borobudur terputus untuk sementara. Hal yang demikian membuat masyarakat mulai “meradang” kembali.

Di sekitar Candi Borobudur terdapat ribuan masyarakat yang tersebar di 20 desa di Kawasan Borobudur yang tak kalah prihatinya. Masyarakat tersebut adalah warga pedesaan yang mengandalkan dari hasil pertanian. Hal ini dikarenakan tanaman pertanian rusak dan tumbang akibat dahan yang tak kuat menahan beban Abu Vulkanik yang menempel pada daun. Selain itu lahan pertanian yang mulai tumbuh juga hancur terpendam Abu Vulkanik yang disertai



Situasi pedagang kaki lima
di Taman Wisata Candi Borobudur pasca erupsi merapi

pasir. Prasarana umum juga banyak terganggu, jaringan telepon rusak, listrik padam, dan jalan-jalan menjadi licin dan berdebu. Penyakit yang ditimbulkan karena abu vulkanik juga mulai mengancam warga, sehingga banyak yang menderita gangguan pernafasan dan gatal-gatal,

khususnya pada anak-anak.

Potret kehidupan masyarakat 15 hari pasca letusan, sungguh

memprihatinkan. Pemerintah daerah yang telah disibukan dengan berbagai urusan tidak sempat mengurus dampak masyarakat di kawasan wisata Borobudur. Hanya beberapa Jaringan LSM dan Organisasi Mahasiswa yang peduli dengan mengirim bantuan kebutuhan pokok serta pakaian pantas pakai yang dikumpulkan dari para donatur serta masyarakat yang membantu secara ikhlas.

Memulihkan kondisi perekonomian masyarakat kawasan Borobudur membutuhkan tindakan dari lintas sektoral. Masyarakat yang mayoritas petani memerlukan waktu minimal 3 bulan untuk memetik panen dari jenis tanaman yang umurnya pendek dan



Pedagang kaki lima tutup Candi Borobudur tutup sementara

hanya bisa dikonsumsi sendiri. Sedangkan untuk memenuhi kebutuhan sekolah anak-anak, usaha yang dapat dilakukan adalah menjual ternak dan tanaman kayu yang selama ini dijadikan sebagai tabungan bagi masyarakat pedesaan. Hal ini dikarenakan warga harus memulai dengan menanam dan menunggu hingga masa panen.

Sektor Pariwisata pedesaan ikut terkena imbasnya. Desa wisata di kawasan Borobudur yang menjual kekhasan dan keunikan desa dengan berbagai tanaman dan lingkungan yang hijau, sejuk, nyaman dan jauh dari kebisingan, telah menjadi sebuah hamparan yang gersang dengan debu tebal yang beterbangan.

Sebagai masyarakat pedesaan, melihat kondisi lingkungan yang demikian maka secara naluri mereka segera melakukan kerja bakti bergotong royong membersihkan abu vulkanik. Aktivitas yang mereka lakukan di antaranya adalah membersihkan jalan-jalan umum, menebang pohon yang menghalangi jalan, dan membersihkan lingkungan rumahnya masing-masing tanpa harus di perintah. Kegiatan ini berjalan selama beberapa hari dimana jalan-jalan dibersihkan

bersama dengan menggunakan pompa air, sungguh sebuah kebersamaan yang tetap terjaga di masyarakat pedesaan.

Setelah sekian pekan berlalu, masyarakat mulai bangkit mengerjakan ladang dengan bercocok tanam. Warga desa yang bercocok tanam masih harus bersabar menunggu masa panen dengan melakukan berbagai pekerjaan yang dapat mensuplai kebutuhan sehari-hari. Pekerjaan yang dilakukan di antaranya menjual kayu bakar dari ranting-ranting yang patah, menghemat kebutuhan pokok. Selain itu di sela-sela bercocok tanam mereka juga mencari pasir untuk dijual sebagai bahan bangunan, agar dapat bertahan hingga masa panen tiba.

Keadaan demikian dilalui dengan sabar dan terus berusaha. Hal ini dikarenakan sektor pariwisata yang banyak membantu penghasilan masyarakat untuk sementara tidak bisa berjalan. Kondisi seperti ini diperburuk dengan putusnya jalur transportasi karena hancurnya Jembatan Sungai Pabelan di Muntilan akibat banjir lahar dingin. Dengan demikian jumlah wisatawan Borobudur yang datang dari arah Yogyakarta secara otomatis turun drastis bahkan aktivitas wisata Borobudur nyaris berhenti.

III. Kebijakan

Mengacu pada hal tersebut di atas maka upaya pemulihan kondisi ekonomi masyarakat kawasan Borobudur, perlu mengedepankan upaya pemulihan ekonomi melalui pemberdayaan masyarakat dari multi pihak. Hal ini menjadi penting karena kebijakan pemberdayaan masyarakat lokal yang terkait dengan berbagai sektor perekonomian akibat dampak Erupsi Merapi tersebut. Komunitas lokal atau kelompok masyarakat di pedesaan perlu diberi kesempatan berusaha seluas-luasnya dan dijamin kepastian usahanya tanpa mengesampingkan kaidah efisiensi ekonomi.

Untuk mewujudkannya, pengambil kebijakan harus berani membuat terobosan kebijakan dan inovasi baru sesuai dengan kondisi ekonomi masyarakat, lembaga pemerintah akan semakin paham mengenai pentingnya perlindungan terhadap pilar-pilar ekonomi kerakyatan yang sesungguhnya. Sebagai contoh, UNESCO telah membuat terobosan dengan melakukan

pemberdayaan komunitas lokal dalam pelestarian Candi Borobudur dengan memberikan kesempatan sehingga memberi harapan baru bagi pemulihan mental setelah terkena dampak Erupsi Merapi. Kebijakan ini tentu akan sangat membantu dalam mendapatkan penghasilan, pengembangan usaha, baik dibidang usaha yang sama atau bidang usaha yang lain.

Pekerjaan pembersihan Candi Borobudur tentu tidak bisa dilakukan secara terus-menerus. Namun demikian beberapa manfaat yang dapat dipetik dari kebijakan tersebut, di antaranya adalah membantu masyarakat lokal mendapatkan pekerjaan/penghasilan sambil menunggu masa panen. Sehingga hal ini menumbuhkan semangat berusaha, dan meningkatkan kepedulian dalam upaya pelestarian Candi Borobudur.

Hal yang perlu dilanjutkan dalam pemberdayaan adalah memberikan bekal keterampilan/keahlian sebagai usaha sampingan, sehingga selain pekerjaan sektor pertanian diharapkan di masa mendatang pekerjaan sampingan tersebut mampu memberikan kontribusi dalam mengatasi dampak terjadinya bencana.

Pada kawasan wisata Borobudur juga terdapat berbagai industri yang dapat dikembangkan masyarakat, seperti Industri Souvenir, Industri makanan/jajanan dan berbagai industri rumahan lainnya, sedangkan tanaman yang dibudidayakan adalah, tanaman pepaya, polowijo, tanaman rambutan, mangga. Namun semua usaha tersebut terhenti akibat Erupsi Merapi.

Dengan demikian, secara umum unit usaha industri dan pertanian yang berkembang di kawasan wisata Borobudur sebagian besar merupakan usaha kecil atau usaha rumah tangga. Unit usaha ini secara umum memiliki masalah pada kurangnya sarana pendukung seperti alat dan mesin yang diperlukan serta masalah pemasaran produk serta keterbatasan modal usaha setelah Erupsi Merapi 2010.

Karakteristik ini tentu saja relevan dengan kondisi sejumlah unit usaha di daerah lain yang terkena dampak bencana. Dalam perkembangannya sebagian besar masyarakat harus memulai lagi dari titik nol. Jika diamati secara seksama, secara langsung atau tidak, kompleksitas persoalan perekonomian masyarakat pedesaan ini terlepas dari bencana alam. Paling tidak ada beberapa masalah penting yang bisa dikaji dari kondisi internal maupun eksternal.

Erupsi Gunung Merapi pada akhir Oktober dan awal November 2010 lalu, menyebabkan dampak sosial ekonomi yang luar biasa bagi masyarakat. Ancaman awan panas, hujan abu dan kerikil telah menyebabkan perubahan bentang alam.

Dalam kajian umum, setiap kali bencana terjadi, secara langsung simpul-simpul ekonomi di daerah akan menjadi lumpuh, tingkat pengangguran akan meningkat, aktivitas investasi akan terhenti, pendapatan masyarakat berkurang, dan muncul kantong-kantong pengungsi yang rawan terhadap bencana sosial seperti kemiskinan, putus sekolah, kriminalitas, dan sebagainya.

Dari dampak kerugian dan potensi alam yang ada, paling tidak secara aplikatif dan evaluatif kebijakan pola pendampingan, advokasi dan pemantauan dari lembaga independen harus dimunculkan. Hal ini dimaksudkan untuk menyelaraskan efektifitas kebijakan tersebut sampai kepada masyarakat yang membutuhkan.

IV. Kesimpulan

Menilik dari uraian tersebut menunjukkan bahwa secara umum dampak erupsi merapi 2010 di kawasan wisata Borobudur yang terparah adalah di sektor Pertanian, Usaha Rumah tangga dan Industri Pariwisata.

Arah dari kebijakan yang disusun hendaknya secara aplikatif dan evaluatif mampu mendorong pemulihan ekonomi melalui pola restrukturisasi dan klasifikasi dampak yang jelas. Selain itu diperlukan juga pola pendampingan, advokasi dan pemantauan dari lembaga independen agar kebijakan tersebut sampai ke masyarakat yang membutuhkan.

Situasi lingkungan pasca erupsi Merapi 2010



DAMPAK ERUPSI MERAPI TERHADAP KEHIDUPAN DAN EKONOMI RAKYAT SEKITAR BOROBUDUR

Oleh : Ariswara Sutomo



I. Jumat, Pahing 5 November 2010

Gunung Merapi sebagai sebuah gunung berapi yang aktivitasnya tergolong tinggi, secara periodik meletus/erupsi. Ratusan kali erupsi Merapi tercatat atau tidak berdampak terhadap masyarakat disekitarnya. Begitu juga terhadap Mandala Borobudur sejak bangunan besar itu didirikan pada abad ke-9. Bahkan tercatat letusan pada abad ke-10 (\pm tahun 1016) yang sangat dahsyat, mengubur Mandala Borobudur dengan timbunan abu vulkanik. Akibat yang ditimbulkan konon sangat luar biasa sehingga sebuah kerajaan di kawasan itu menjadi hancur. Kerajaan Mataram Kuna sebagai pendiri Borobudur berpindah ke tempat yang jauh dari Gunung Merapi.

Pada tanggal 5 November 2010 sekali lagi Gunung Merapi meletus dengan dahsyat. Setelah letusan beruntun pada hari-hari sebelumnya, tepat hari Jumat Pahing Merapi kembali mengguncang kehidupan masyarakat sekitarnya. Malam itu terjadi letusan yang besar dan menggelegar. Getaran akibat letusan tersebut terasa sampai jarak belasan kilometer dari pusatnya yaitu "perut Merapi". Seketika juga abu disertai kerikil menghujani kawasan Merapi, termasuk juga di sekitar Borobudur. Bau menyengat dari belerang, suara dahan-dahan kayu patah dan tumbang sangat mencekam. Aliran listrik juga padam. Dalam keadaan gelap gulita, orang-orang banyak yang keluar rumah, mereka merasa takut dan was-was tetapi tak dapat berbuat sesuatu. Hujan abu vulkanik yang terjadi terlihat seperti kabut yang menyungkup alam secara perlahan-lahan.

Setelah kondisi berangsur-angsur membaik, suasana alam seakan telah luluh lantak. Sepertinya kehidupan sejenak berhenti. Semua sunyi, kosong dan memilukan. Di halaman rumah-rumah, jalan, kebun, ladang semua porak poranda. Aktivitas masyarakat yang biasanya hingar bingar, seketika itu menjadi lumpuh total. Orang-orang termangu menunggu apa lagi yang akan terjadi. Harapan terlantun doa-doa dan rasa pasrah. Angin yang diharapkan menyejukkan suasana justru menambah beban kesedihan. Abu setebal \pm 4 cm beterbangan, bergulung-gulung seakan kabut telah menyusupkan material halus itu ke segala tempat, di luar ataupun di dalam rumah.

Pasar, toko, warung makan, transportasi umum dan pribadi menjadi lumpuh. Hampir seluruh jalan terhalang pohon, dahan kayu, dan rumpun bambu yang tumbang sehingga berserakan tidak beraturan. Banyak sumber air yang tercemar seperti sumur, kolam dan sungai-sungai kecil sehingga menambah beban

kebutuhan hidup manusia, ternak maupun unggas. Beberapa burung liar banyak yang mati, ada beberapa yang matanya kemasukan debu atau mungkin mati kelaparan dan kehausan.

Sekolah-sekolah diliburkan karena khawatir sesuatu yang menakutkan bisa terjadi, sementara itu tersiar kabar letusan yang lebih besar dan dahsyat mungkin masih terjadi. Berdasarkan hipotesis para ahli kegunungapian erupsi Merapi akan memuntahkan lahar panas sampai sejauh 60 km ke arah selatan. Hal ini dapat diartikan bahwa daerah-daerah seperti Yogya, Sleman, Klaten, Muntilan, dan Magelang dimungkinkan dapat tersapu lahar panas. Banyak desa-desa maupun sawah ladang akan menjadi korban bencana yang sangat luas.



Kondisi seperti itu sangat memprihatinkan, sementara berita yang disiarkan oleh salah satu stasiun TV dari Jakarta semakin menambah kepanikan. Masyarakat yang termakan berita itu berusaha mengungsi ke tempat yang aman, jauh dari jangkauan lahar pada jarak 60 km. Simpang siur berita itu tak kalah *ruwetnya* dengan kepanikan rakyat yang sebenarnya bukan menjadi pengungsi, untuk mencari daerah aman. Mereka beramai-ramai menuju ke kota Purworejo, Semarang, Solo, dan Wates. Hotel-hotel di kota-kota tujuan pengungsi mendadak penuh terutama oleh anak-anak dan wanita.

Sementara pengungsi yang telah ditampung di tempat-tempat pengungsian hanya bisa menangis dan ketakutan. Mereka beberapa kali harus pindah tempat pengungsian. Mereka tak berdaya. Selain itu harta benda yang ditinggalkan di kampung yang masuk daerah bencana tidak diketahui kondisinya. Namun

demikian, berita yang membuat *haru biru* itu tidak terbukti. Hanya sekedar berita yang dilebih-lebihkan saja. Bahkan stasiun TV yang menyiarkan berita meminta maaf atas kesalahan pemberitaan tersebut.

Selain kesimpangsiuran informasi, berita meninggalnya Mbah Maridjan, juru kunci Gunung Merapi ternyata mendapat perhatian khusus dari masyarakat. Rakyat memperbincangkan, menduga-duga, menafsirkan mitos-mitos yang selama ini dipercaya. Konon ada wajah *Mbah Petruk* keluar dari kawah Merapi bersamaan dengan keluarnya gulungan awan panas yang populer disebut *wedhus gembel*. Keluarnya *Mbah Petruk* sebagai tanda akan terjadinya *goro-goro*. *Goro-goro* oleh masyarakat Jawa menjadi pertanda terjadinya keadaan yang tak dapat dikendalikan, tak terduga dan penuh onar.

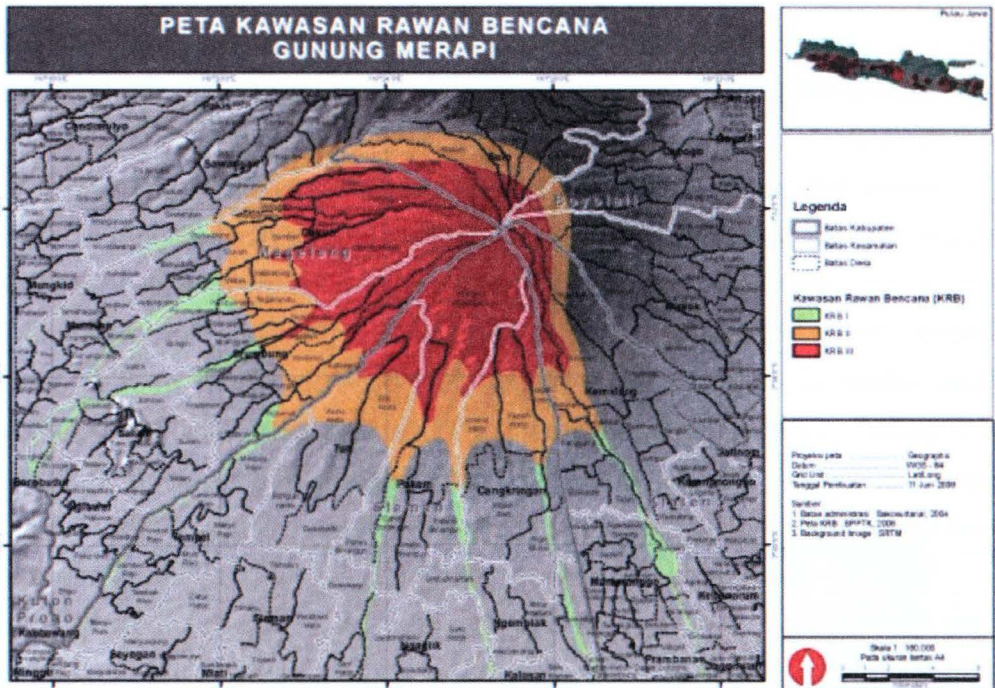
Bagi masyarakat tertentu, hari Jumat Pahing adalah hari untuk membayar nadzar atau kaul. Mereka kemudian membuang sial dengan membuat berbagai macam sesaji. Sesaji tersebut kemudian diletakkan di bawah pohon besar, pasar, sungai, jembatan dan lain-lain. Entah karena sesajinya kurang atau terlupakan, tempat-tempat yang disebutkan diatas itu menjadi korban erupsi Merapi secara berturut-turut. Pohon-pohon besar tumbang, belasan jembatan hancur, sebuah pasar dan pertokoan lenyap disapu banjir lahar dingin.

II. Derita Para Pengungsi

Jauh hari sebelum Jumat Pahing 5 November 2010, penduduk di kaki Gunung Merapi telah diungsikan. Bukan hanya ke satu tempat saja, mereka harus berpindah-pindah ke radius yang lebih jauh dari Merapi. Perkembangan gunung yang semakin hari semakin mengkhawatirkan memaksa evakuasi pengungsi ke tempat yang lebih aman dan jauh dari jangkauan jika lahar. Jumlah pengungsi diperkirakan ratusan ribu orang, besar kecil, tua muda, laki-laki perempuan, tak pandang bulu, semua harus keluar dari zona merah, yaitu zona yang berbahaya.

Puncak penderitaan adalah malam dini hari Jumat Pahing 5 November 2010. Malam itu sekali lagi mereka harus meninggalkan tempat pengungsian, kemana mereka harus berpindah tidak ada tujuan pasti. Arus pengungsi hanya satu tujuan, yaitu menjauh dari Gunung Merapi. Malam itu gelap, hujan abu mengguyur sepanjang perjalanan. Tangisan dan teriakan tak ada yang hirau.

Arus pengungsi itu sebagian sampai ke wilayah di sekitar Borobudur. Sekolah, masjid, gereja, balai desa, gudang kosong, rumah-rumah penduduk,



Sumber : PVMBG - BNPB

semua diserbu pengungsi. Bahkan barak-barak tempat TNI berlatih menembak juga dijadikan Pos Komando. Kedatangan mereka yang tiba-tiba tentu saja membuat suasana menjadi kacau balau. Para relawan kewalahan memberikan bantuan. Banyak juga anggota keluarga yang terpisah. Sejak dini hari hingga siang pengungsi terus bertambah. Mereka datang berkelompok dari satu dusun, ada yang serumpun keluarga. Wajah mereka tampak letih, lapar, dan panik.

Satu kelompok dari sebuah dusun di lereng Merapi menempati sebuah gudang kosong. Jumlahnya lebih dari 200 jiwa. Sejak dini hari hingga ke siang itu mereka belum mendapatkan bantuan baik makanan ataupun minuman. Dalam kondisi seperti ini, anak-anak balitalah yang paling menderita. Mereka lapar dan haus tetapi tidak ada sesuatu yang dapat diberikan. Ketua kelompok itu memberanikan diri mendatangi keluarga yang dikenalnya untuk mencari pertolongan.

"Bapak dan Ibu, apakah ada sesuatu yang dapat diberikan untuk anak-anak? Mereka kelaparan dan kehausan sejak semalam. Tidak ada toko atau warung makan yang buka. Bagaimana cara mendapatkan makan dan minuman hanya untuk anak-anak saja. Kami yang dewasa tak apalah, masih sanggup bertahan.....!", katanya terbata-bata.

Tuan rumah yang didatangi itu diam dan terkesiap. Situasi memang sangat darurat.

“Baiklah, mari ikut saya!”, laki-laki setengah baya itu mengajak tamu dan sahabatnya untuk pergi.

Mereka mendatangi sebuah toko yang tutup. Setelah diketuk beberapa kali, pintupun dibuka dan pemiliknya kemudian mengajak mereka masuk. Dari toko itu mereka memperoleh 3 dus air mineral, roti untuk anak-anak dan 1 dus minyak kayu putih. Itulah bantuan untuk anak-anak dan balita. Sore harinya pengungsi dari lereng Merapi tersebut mendapat kiriman 250 nasi bungkus yang hanya berlauk tahu rebus dari rumah sahabatnya.

Hari-hari selanjutnya bantuan mulai teratur. Relawan, TNI, dan masyarakat mencukupi kebutuhan harian para pengungsi dengan membuka dapur umum, posko bencana, dan jaringan informasi. Keadaan darurat perlahan-lahan dapat diatasi. Namun demikian, ternyata persoalan tidaklah mudah. Bukan hanya urusan perut yang harus dipenuhi. Air untuk mandi, mencuci, dan toilet sangat diperlukan dan harus tersedia. Beberapa pengungsi menderita sakit mendadak dikarenakan stress dan bingung.

Sementara itu debu vulkanik masih sangat mengganggu. Letusan Merapi masih sering terjadi meskipun tidak sehebat letusan Jumat Pahing itu. Masih belum ada tanda-tanda bahaya akan mereda. Mereka hanya bisa menunggu dan berharap. Para pengungsi mulai merasa jenuh. Sebelumnya mereka adalah petani yang tidak pernah duduk diam tanpa kegiatan. Anak-anak tampaknya ceria namun terkadang termenung, berpikir tak bisa sekolah lagi. Mereka ingin segera pulang ke dusunnya, kembali ke rumah dan bersekolah lagi. Tetapi yang mereka harap kenyataannya jauh berbeda. Hujan besar datang. Sungai-sungai airnya meluap, membawa material batu dan pasir yang mengancam pemukiman. Bahaya banjir lahar dingin ternyata lebih mengerikan. Para pengungsi tidak diperbolehkan kembali ke desanya. Mereka masih harus menunggu lagi, menunggu sampai keadaan benar-benar aman. Beban pikiran para pengungsi memang berat. Ingatan akan keadaan rumah, usaha pertanian, ternak peliharaan, selalu meresahkan pikiran mereka.

Bagi penduduk sekitar tempat pengungsian, mereka hanya bisa berbagi duka. Mereka juga menderita meskipun tidak harus mengungsi. Abu vulkanik sangat mengganggu kehidupan harian mereka. Mereka sibuk membersihkan lingkungan yang rusak. Bergotong royong mengangkat debu dari jalanan, menebang dahan dan pohon yang tumbang di halaman, kebun, dan bagian rumahnya. Terasa sekali

erupsi Merapi memberikan pukulan yang sangat berat. Semua energi terkuras habis.

III. Korban Bencana Yang Tidak Tercatat

Adalah seorang bernama Ali Untung. Ia mempunyai mata pencaharian sebagai penyadap kelapa, mengambil air nira dan membuatnya menjadi “gula merah atau gula Jawa”. Pohon-pohon kelapa yang ia sadap berada di sekeliling Mandala Borobudur. Ali Untung tidak sendiri, ada empat orang teman seprofesinya. Sebagai penyadap nira, pohon kelapa adalah gantungan hidupnya. Pada hari-hari saat kunjungan wisatawan ke Borobudur ramai, para penyadap sesekali menjual air nira kepada para pengunjung tersebut. Tidak jarang juga mereka menjadi obyek foto dan menerima “bonus” untuk “aksinya” sebagai model.

Saat bencana Merapi menjamah kawasan Borobudur, Ali Untung tidak lagi bisa menyadap nira.

“Ali,” tegur kawannya. “Namamu sekarang jangan Ali Untung !”

“Kenapa ?”, jawabnya

“Ganti saja Ali Rugi !”

“Ah, ada-ada saja !”

“Karena kamu dan saya tidak bisa lagi menjual nira atau membuat gula !”

Pelepah daun kelapa yang terkena abu Merapi semuanya menjadi patah dan layu. Bunga kelapanya hangus, tidak dapat disadap. Berpuluh-puluh penyadap nira di kawasan Borobudur kehilangan mata pencaharian.

Ali Untung adalah contoh korban bencana Merapi sekalipun ia bukan pengungsi. Orang-orang yang senasib dengan Ali Untung jumlahnya tidak sedikit. Ratusan, bahkan mungkin ribuan. Para penjual jasa di Borobudur seperti pedagang asong, pemilik warung makan, jasa foto amatir, tukang sado bahkan tukang parkir ikut menjadi korban. Obyek wisata Mandala Borobudur ditutup untuk sementara waktu. Wisatawan tidak ada yang mengunjungi Borobudur. Kegiatan pariwisata terhenti sementara.

Dusun-dusun di kawasan Borobudur penduduknya juga menjadi korban bencana Merapi. Selain pohon-pohon kelapa, pohon buah-buahan juga rusak karena tumbang atau dahan-dahannya patah. Kebun rambutan, durian, pepaya, salak, semua rusak. Di areal persawahan, hamparan tanaman padi tidak kuat menahan beban abu Merapi, tertimbun dan tidak dapat dipanen. Di ladang,

tanaman jagung, cabe, sayuran, rontok, dan mengering seperti terbakar. Kerugian yang tidak terhitung jumlahnya. Korban di dusun-dusun itu tidak mendapat bantuan dari pemerintah. Sesungguhnya mereka bernasib tidak lebih baik dari para pengungsi. Mereka juga kesulitan mencukupi kebutuhan sehari-hari. Kolam budidaya ikan banyak yang tercemar sehingga ikan-ikannya mati. Bibit ikan yang masih kecil tidak kuat terhadap kucuran abu Merapi. Induk ikan lama tidak bertelur sehingga produksi terhenti.

Abu dari hasil letusan Gunung Merapi, seperti dikatakan oleh para ahli sangat berbahaya bagi pernafasan. Abu tersebut dapat menyebabkan sesak nafas dan batuk-batuk yang menyerang anak-anak maupun orang dewasa. Masker pelindung mulut dan hidung tidak selalu akrab dengan penduduk terutama anak-anak. Pelayanan kesehatan mencatat bahwa penderita gangguan pernafasan

meningkat drastis. Sulitnya, penyebab semua itu yakni abu Merapi tidak dapat dihindari. Di mana-mana abu Merapi melimpah, berhamburan dan kotor.

Mandala Borobudur yang terbuka menampung limpahan abu dari Merapi, menyusup di sela-sela susunan batu. Tidak mudah untuk segera dibersihkan. Ratusan relawan membantu upaya pembersihan seluruh bangunan. Memerlukan waktu yang lama, kehati-hatian dan kecermatan.

Hotel-hotel dan penginapan di sekitar Borobudur sepi tamu. Mereka sibuk memperbaiki bagian-bagian bangunan yang rusak. Menyingkirkan timbunan abu vulkanik dari atap setebal 4 cm adalah pekerjaan yang lama dan



Situasi ketika candi Borobudur ditutup untuk umum, pasca erupsi Merapi

melelahkan. Apalagi ketika jalan raya dari Yogya menuju Borobudur sering ditutup. Sungai Putih yang memotong jalan raya itu setiap hujan besar pasti meluap. Pasir dan batu menimbun ruas jalan setebal 2 meter. Arus wisatawan ke Borobudur makin tersendat yang disebabkan ditutupnya jalan karena digunakan untuk membersihkan dan mengangkut lahar dingin dari jalan.

Lahar dingin yang turun dari lereng Merapi bersama air bah menghantam

tanggul sungai, menghancurkan, dan menghanyutkan belasan jembatan. Jalur lalu lintas menjadi kacau karena harus menempuh jalan alternatif yang berputar sehingga waktu tempuh menjadi lama, biayapun bertambah mahal. Para pedagang harus membayar tambahan biaya transport. Akibatnya harga barang menjadi mahal. Terlepas dari hal tersebut penduduk yang sumber-sumber mata pencahariannya hilang sangat menderita. Sumbangan dari para dermawan tidak mungkin menjamin dalam waktu yang lama.

Namun demikian abu Merapi juga membawa berkah khususnya mengenai hal yang berhubungan dengan kesuburan tanah. Setelah kurang lebih 3 bulan lamanya, sayur mayur, palawija kembali membanjiri pasar. Keadaan berangsursur-sur menjadi pulih. Hujan yang sering turun membantu menyirami kehidupan. Geliat pariwisata *pun* mulai terasa. Oleh pemberitaan media yang mengatakan bahwa Borobudur ditutup justru menarik perhatian pengunjung untuk ingin tahu. Terjangan lahar panas yang membumi hanguskan desa-desa menjadi obyek wisata baru. Dari segala penjuru mereka datang, ada yang sekedar ingin tahu, ada juga yang memberikan sumbangan untuk meringankan penderitaan para korban.

Kerugian akibat erupsi Merapi 5 November 2010 mencapai triliunan rupiah. Hal ini bukan akhir dari ancaman Merapi. Namun di balik tragedi pasti ada sisi lain pembelajaran. Merapi memberi pelajaran kehidupan. Gunung, alam, mengingatkan kita untuk melihat, mengenal dan memahami. Jumat Pahing 5 November 2010 bukanlah sebuah kiamat, untuk Borobudur, untuk masyarakat sekitarnya dan untuk hari depan.

IV. Belajar Dari Alam

Alam adalah tempat kita menggantungkan kehidupan. Jika alam dirusak, kehidupan juga akan terpengaruh. Kita menyaksikan kedekatan alam dan kehidupan di pegunungan dimana sumber penghidupan menyatu. Dari gununglah sumber air menjadi hulu sungai. Hutan dan bebatuan, pasir, dan semak belukar adalah bagian dari benteng pertahanan bencana. Ketika hutan di babat, pasir dan batu di tambang, semak belukar di jarah maka kehidupan menjadi terbuka, telanjang dan rawan tanpa perlindungan.

Sebuah festival yang bernama "Festival Lima Gunung" adalah menifestasi penghormatan masyarakat atas eksistensi gunung. Masyarakat di lereng-lereng gunung itu mengekspresikan "energi" alam yang tersembunyi melalui laku budaya.

Ada upacara “bersih desa” dengan berkesenian, membuat sesaji dan ritual perenungan. Mereka mencoba menangkap isyarat alam dan energi yang dikandungnya. Hal itu dilakukan agar mereka mampu bersinergi. Mampu bertahan dan mengolah hidupnya, berdampingan dengan lima gunung, salah satunya adalah Merapi yang sering meletus.

Mitos Mbah Maridjan adalah mitos yang akan bersambung. Seperti Borobudur, setelah perjalanan waktu berabad-abad, misteri sejak didirikan sampai sekarang tetap hidup dan menantang. Batu yang dimuntahkan dari perut Merapi, setiap kali selama berabad-abad selalu dikunjungi kerabatnya dari perut Merapi. Abu, pasir, batu, awan panas dengan setia menyalami Borobudur yang telah lebih dulu hadir di antara kita.

Kita belajar dari batu-batu yang sudah berumur ribuan tahun yang muncul dari perut Merapi. Kita juga belajar dari batu yang baru dimuntahkan oleh Merapi. Dua jenis yang sama tetapi berbeda usia di alam terbuka memberikan nilai ekonomi kepada kita. Memberikan manfaat kehidupan, menjadi candi, menjadi monumen, menjadi material bangunan dan banyak hasil budidaya lainnya yang sangat berharga.

Harga sebuah patung kuna di tangan kolektor sangat berbeda dengan patung yang baru dengan bahan yang sama, baik dari mutu dan perwujudannya. Borobudur dengan segala “kemahakaryaannya” adalah “master” dari proses kreatif kita. Masyarakat sekitar Borobudur yang konon tergolong miskin di Kabupaten Magelang, yang terharu biru oleh Merapi, yang ekonomi kesehariannya didera abu erupsi, tidak perlu sangsi. Mereka punya satu “master” yang tidak akan lapuk dimakan waktu. Selama Borobudur dikawal dengan baik, akan baik-baik pula kehidupan sekitarnya. Selama lingkungan dijaga dengan kecintaan tulus, akan diterima pula imbalan yang sepadan.

Saya ingin menempatkan Candi Borobudur dan Mandalanya di tempat yang terhormat. Mandala Borobudur itu hanya ada satu-satunya di dunia, tidak ada yang lain dan tidak ada bandingannya. Pemandangan alam yang indah banyak ditemukan di negara kita atau negara lain. Pantai dan laut yang mempesona banyak dijumpai di banyak pulau. Bangunan yang megah tumbuh dimana-mana. Inilah sesungguhnya roh Borobudur sebagai “energi” spiritual, sebagai “energi” pariwisata, sebagai “energi” kehidupan masyarakat sekitar keberadaan Borobudur. Mudah-mudahan kita bisa belajar dari Borobudur dan ibu yang mengandungnya, Gunung Merapi.



Balai Konservasi Peninggalan Borobudur

Jalan Badrwati Borobudur Magelang 56553

Telp. (0293) 788255, 788175

Fax. (0293) 788367

Email : konservasiborobudur@yahoo.com

Website : www.konservasiborobudur.org